В. В. ЄФІМОВ

МАЙСТЕРНЯ ЮНОГО ТЕХНІКА

ВИДАВНИЦТВО
„РАДЯНСЬКА ШКОЛА“
КИЇВ — 1973

602.5
Є 91

У книжці описано способи і технологію обробки різних матеріалів, що їх використовують юні техніки під час виготовлення радіоприймачів, підсилювачів, магнітофонів і телевізорів, а також різноманітних моделей, приладів і наочних посібників.

Юний читач ознайомиться з виготовленням пристроїв, верстатів, деталей з пластмаси, спеціальних інструментів, які полегшують намотування котушок, гнуття, свердління, а також приладів для вимірювання важливих величин і параметрів радіоелектронних пристроїв та електричних установок тощо.

У книжці приділено значну увагу технології електричного монтажу, техніці безпеки під час виконання описаних робіт, а також подано довідникові дані.

Книжку розраховано на юних техніків — школярів середнього і старшого віку, а також на керівників гуртків електротехнічного і радіоелектронного профілю.

Владимир Владимирович Ефимов

Мастерская юного техника

(на украинском языке)

Издательство «Радянська школа» Государственного комитета Совета Министров Украинской ССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли

Редактор *Ю. М. Манько.* Літредактор *В. М. Гаврилов.* Художній редактор *Г. Ю. Поліщук.* Обкладинка художника *В. Г. Самсонова.* Технічний редактор *Г. Г. Саливон.* Коректор *В. П. Пуха.* Здано до набору 22/III 1973 р. Підписано до друку 30/VIII 1973 р. Формат 84×108¹/₃₂. Папір друк. № 2, Умовн. арк. 7,56. Обл.-вид. арк. 7,73. Тираж 41 000. БФ 07996.

Видавництво «Радянська школа» Державного комітету Ради Міністрів Української РСР у справах видавництв, поліграфії і книжкової торгівлі, Київ, вул. Юрія Коцюбинського, 5. Видавн. № 22884. Ціна 23 коп. Зам. № 2316. Обласна книжкова друкарня Дніпропетровського обласного управління у справах видавництв, поліграфії і книжкової торгівлі, м. Дніпропетровськ, вул. Серова, 7.

Є 763—227 / М210(04)—73 202—73

© Видавництво «Радянська школа», 1973.

ПЕРЕДМОВА

Яка б галузь техніки не заволоділа помислами юного техніка, яким би видом моделювання він не захоплювався, він не зможе пройти повз радіоелектроніку.

Радіокерування моделями літаків, кораблів, автомобілів і тракторів, оснащення військових і спортивних ігор різними сучасними технічними засобами— все це вимагає знань радіоелектроніки, а також уміння виготовити радіоелектронний пристрій за схемою.

Багато юнаків захоплюються радіотехнікою, складають транзисторні радіоприймачі, підсилювачі, програвачі, магнітофони і телевізори. Проте не всі знають, з чого розпочати, як виготовити своїми руками деталь, корпус з пластмаси чи дерева; як налагодити і за допомогою яких приладів відрегулювати радіоелектронний апарат.

Радіоелектронна апаратура відрізняється від інших видів моделювання наявністю великої кількості дрібних деталей, які електрично і механічно зв'язані між собою. В радіоприймачах і підсилювачах, у магнітофонах і програвачах, у телевізорах і приладах для їх настроювання налічуються сотні різноманітних деталей, як-от: радіолампи, напівпровідникові діоди, транзистори, селенові випрямлячі, резистори, конденсатори тощо. Через це монтаж радіоелектронних пристроїв дуже складний.

Щоб виготовити повноцінний апарат юний технік повинен бути не тільки електротехніком, фізиком і радіотехніком, а й монтажником, слюсарем, столяром. Оволодіння цими спеціальностями, навіть ознайомлення з їх основами допо-

може краще освоїти політехнічні знання і навички. Щоб здобути ці знання і набути відповідних навичок не досить тільки досвіду і працьовитості. Для цього потрібне ще й відповідне оснащення, яке полегшує працю і забезпечує високу якість виготовлення виробу в домашніх умовах. До такого оснащення належать: різні інструменти, пристрої і найпростіші прилади, які треба придбати чи виготовити своїми руками.

Як організувати домашню майстерню-лабораторію юного техніка, як, чим і з чого виготовити все необхідне для неї описано в цій книжці.

І. ОРГАНІЗАЦІЯ РОБОЧОГО КУТОЧКА ЮНОГО ТЕХНІКА

Щоб виготовити навіть найпростішу модель, треба мати певний мінімум інструментів, а виготовлення радіоелектронних пристроїв неможливе без наявності хоч би найелементарніших приладів.

Неабияке значення має організація робочого куточка юного техніка. Батьки не завжди мають можливість виділити юному техніку окрему кімнату, але обладнати куточок можна і треба. При цьому слід мати на увазі, що чим менший цей куточок, тим раціональніше треба розмістити його складові елементи.

Що ж має бути в куточку юного техніка? Насамперед робочий стіл: підвісна шафа або дошка для інструментів і пристроїв; касетна шафа для радіодеталей; кріпильні деталі (гайки, болти, шурупи, шайби тощо) і т. д.

До обладнання куточка юного техніка також належать слюсарні лещата, гумовий килимок, світильник-бра з абажуром типу «Альфа», ящички для свердел, мітчиків, розверток, рамка для закріплення креслень і схем і т. ін.

Стілець обов'язково повинен бути із спинкою, оскільки напруженість пози працюючого на табуретці швидко його стомлює.

Робочий стіл повинен мати розміри 1000×600 *мм*. Ним може бути однотумбовий письмовий стіл, кухонний або будь-який інший, що має хоч би одну шухляду. На столі слід розміщати тільки те, що потрібно працюючому в даний момент.

Підвісна шафа, полиця чи дошка потрібні для розміщення інструментів у певному порядку. Шафа для цього зручніша, бо в ній можна розмістити інструменти на поличках і на внутрішній стороні дверцят.

Треба взяти собі за неухильне правило: класти інструмент на місце зразу ж, як тільки він звільнився. Це

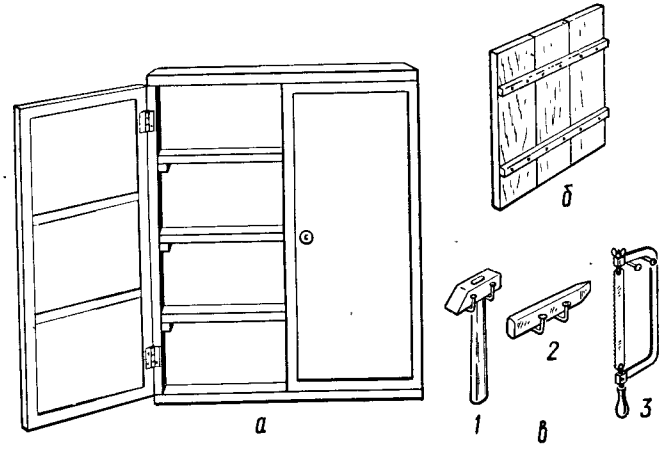
набагато полегшить роботу, бо не треба буде щоразу шукати потрібний інструмент, а отже робити зайві рухи і марно витрачати час.

На мал. 1,*а* зображено підвісну шафу для інструментів, а на мал. 1,*б* — дошку. Спосіб підвішування інструментів на дошці чи в шафі показано на мал. 1,*в*.

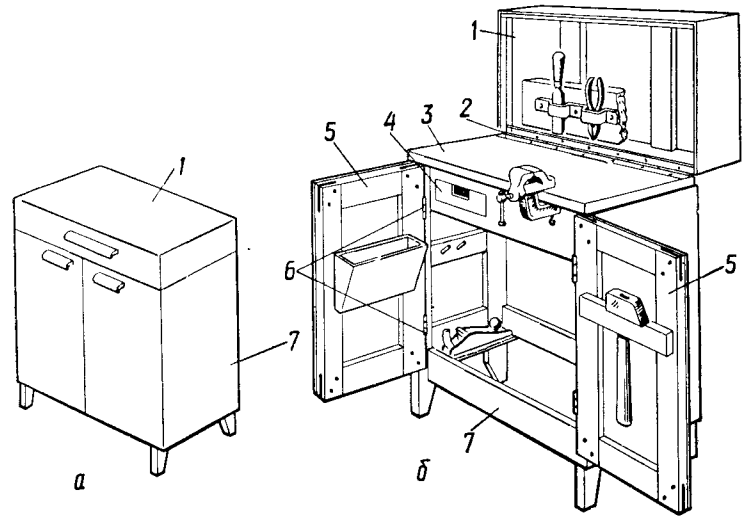
Робочий стіл можна виготовити самому. В цьому випадку не треба доповнювати його шафою чи дошкою для інструментів. На мал. 2 зображено досить зручний робочий стіл з відкидною кришкою, який одночасно є інструментальною шафою.

Касетна шафа чи блок (мал. 3) потрібна для розміщення радіодеталей за номіналами, а кріпильних деталей за розмірами. Таку шафу можна виготовити з фанерного плоского ящика або відповідно зрізавши стінки глибокого ящика. Ящик треба поділити на секції, виготовити шухлядки за розміром секцій і вставити їх на місце. Шухлядки повинні бути розмірів: 100×50×80 *мм*. Розміри всієї касетної шафи залежать від кількості шухлядок.

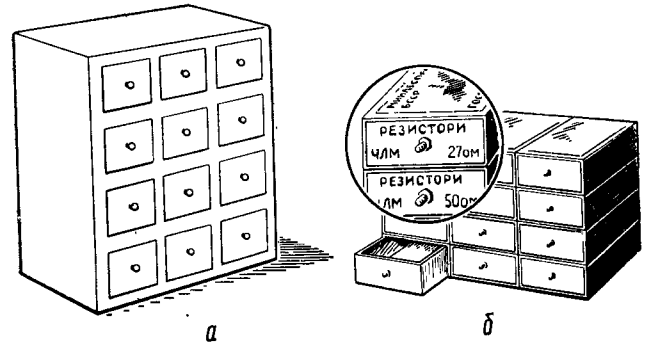
Коли з якихось причин не можна зробити касетної шафи, виготовляють касетний блок із сірникових коробочок. Для дрібних радіодеталей і дрібного кріпильного матеріалу придатні звичайні сірникові коробочки, а для



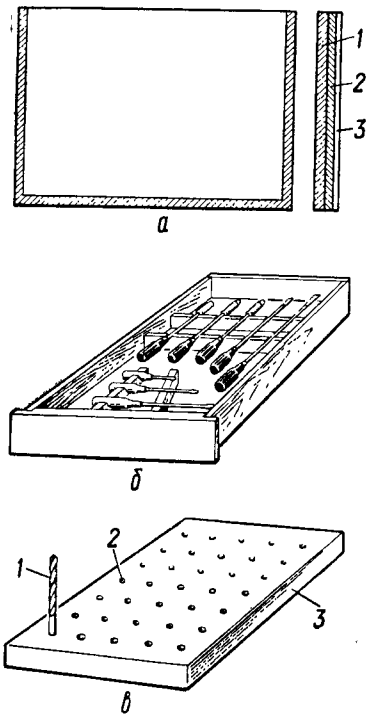
Мал. 1. Шафа і дошка для інструментів:
1 — молотки; *2* — зубила; *3* — ножівки.



Мал. 2. Робочнй стіл:
а — загальний вигляд; *б* — будова стола: *1* — кришка інструментальної шафи; *2* — завіса навішування кришки; *3* — дошка; *4* — шухляда; *5* — дверці підверстатної шафи; *6* — завіси навішування дверцят; *7* — підверстатна шафа.



Мал. 3. Касетна шафа і блок:
а — касетна шафа; *б* — блок із сірникових коробочок.



Мал. 4. Рамка і пристрої для зберігання інструментів:

а — рамка для креслень і схем: *1* — дошка; *2* — картонна прокладка; *3* — оргскло; *б* — ящик для зберігання дрібних інструментів; *в* — касетна підставка для свердел і мітчиків: *1* — свердло: *2* — отвори для вставляння свердел і мітчиків; *3* — дошка-масив.

більших краще використовувати великі (на 500 сірників) сувенірні коробки.

Рамка для креслень і схем (мал. 4) призначена для зручності користування ними, а також для їх зберігання. Щоб виготовити таку рамку треба на дошку, розмір якої визначає сам виготовлювач за розміром найбільшого креслення чи схеми, прикріпити шурупами оргскло. Між оргсклом і дошкою з трьох сторін прямокутника прокладають смужки картону завтовшки до 5 *мм*. Завдяки цьому під скло можна буде поміщати не тільки креслення і схеми на окремому аркуші паперу, а й брошуру обсягом до 5 друкованих аркушів.

Щоб гарантувати безпеку користування електричним паяльником, треба виготовити спеціальну підставку (мал. 5,*а*). Для паяння дрібних деталей на стержень паяльника треба намотати мідний дріт діаметром 2 *мм*, як це показано на мал. 5,*б*.

Спершу юному техніку потрібна буде невелика кількість інструментів. Ось орієнтовний список мінімуму інструментів для слюсарних і монтажних робіт: електричний паяльник типу ЗТ-П на 50 *вт*, 220 чи 127 *в* залежно від напруги мережі у вашому будинку; молоток слюсарний вагою 150 *гс*; плоскогубці; гострогубці; круглогубці; кусачки; лещата паралельні малі; дриль з патроном, яким можна затискати свердла до 6 *мм* і набір свердел від 1 до 6 *мм*; пінцет; дві викрутки (мала і велика); напилок з крупною насічкою (круглий, плоский і тригранний); напилок з дрібною насічкою (круглий, плоский і тригранний); штангенциркуль; ножівка з запасними полотнами; кернер; металева лінійка 30—60 *см*; ножиці медичні з коротким лезом.

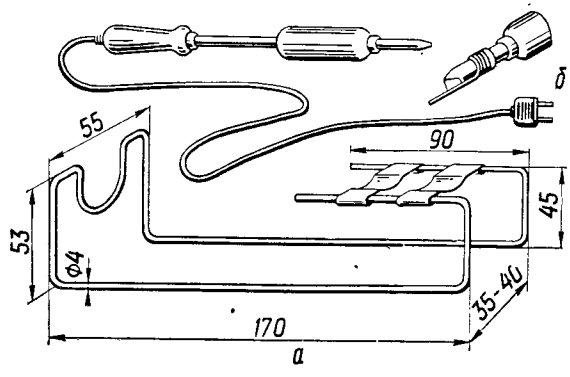
Про інструменти для столярних робіт, а також спеціальні інструменти для обробки пластмас буде сказано в розділі про обробку матеріалів.

Молоток. Щоб столярний чи слюсарний молоток був насаджений міцно, в торець рукоятки треба вбити стальний чи дерев'яний клин. Можна також закріплювати молоток до рукоятки металевою пластинкою з відігнутим кінцем. Таку пластинку пропускають через отвір молотка і закріплюють на рукоятці шурупами, цвяхами.

Рукоятка має бути овального перерізу з деревини твердої породи (дуб, бук чи граб). Кінець, вільний від молотка, має бути товстішим.

Викрутка. Лезо викрутки має без зазору входити в проріз шурупа. Не можна користуватись викруткою, у якої рукоятка з тріщиною. Не слід намагатись викрутити гвинт чи шуруп викруткою, в якої лезо товстіше за проріз, бо при цьому викрутка неодмінно сковзне і може поранити руку. Викрутка з гострим лезом зіпсує шліц і також може поранити руку.

Зубило повинно мати плоску головку. Якщо вона заокруглилась, молоток може зіскочити і пошкодити



Мал. 5. Підставка під паяльник і дротяна насадка для паяння дрібних деталей під час монтажу.

руку. Тримати зубило треба так, щоб великий палець був розміщений нижче від головки зубила на 20—25 *мм*.

Напилок. Не можна працювати напилком без рукоятки. Рукоятка напилка не повинна мати тріщин. Після кожного користування напилок треба очищати металевою щіткою, бо засмічений напилок не пиляє, а ковзає по поверхні металу.

Працювати напилком треба так, щоб не вдаряти рукояткою оброблювану деталь і не піджимати пальці лівої руки під напилок: те і друге може призвести до травми руки.

Кусачки, плоскогубці, круглогубці і гострогубці, а також **пінцет,** які використовуються під час робіт, зв'язаних з електричним струмом, треба ізолювати, натягнувши на рукоятки інструментів гумові, поліхлорвінілові чи поліетиленові ручки або, в крайньому разі, обмотавши їх ізоляційною стрічкою.

Користуючись інструментом, слід пам'ятати, що притримувати оброблювану деталь чи метал рукою потрібно так, щоб пальці були розміщені за різальною частиною інструмента.

Працювати треба тільки справним і добре нагостреним інструментом.

Ножиці, кусачки та інші різальні інструменти можна подавати товаришеві тільки в закритому стані і рукояткою вперед.

Бережіть інструмент! Якщо його добре зберігати, він служить довго.

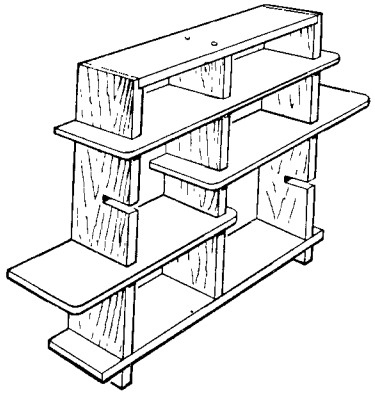
Крім ручних інструментів, корисно мати також деякі електроінструменти, наприклад електричний дриль типу ИЭ1008 для свердління отворів діаметром до 9 *мм*. Маючи електричний дриль, можна самому виготовити настільний свердлильний верстат, токарний верстат по дереву і пластмасі, намотувальний верстат для намотування котушок з великою кількістю витків, наприклад котушок силових трансформаторів, дроселів фільтру і т. д.

Стіл треба встановлювати недалеко від штепсельної розетки, а якщо такої можливості немає, то користуватись подовжувачем, тобто шнуром з розеткою на одному кінці і вилкою на другому. Такий подовжувач можна купити готовий, а можна виготовити і самому, маючи розетку, вилку, шнур потрібної довжини і дощечку для кріплення розетки.

У розетку можна вмикати лише одну вилку. Коли ж потрібно увімкнути два і більше приладів, можна використати переносну колодку з двома чи трьома парами гнізд.

Вмикаючи вилку в мережу, слід тримати її за кінець з боку шнура так, щоб кінці пальців не виходили за край і не доторкалися до штирів.

Прибираючи паяльник в шафу, не треба намотувати шнур на ручку паяльника, краще скласти його жмутом. Щоразу перед використанням паяльник треба перевіряти омметром на відсутність короткого замикання. Для цього щупи приладу, наприклад авометр ТТ-1, приєднують по черзі до кожного штирка. Другий щуп при цьому повинен бути приєднаний до корпуса паяльника. Користуватись паяльником можна тільки в тому випадку, коли стрілка омметра залишається на місці, тобто показує, що паяльник справний.



Мал. 6. Етажерка з переставними полицями для приладів.

Для зберігання приладів рекомендується виготовити полицю, етажерку (з дерева, металу чи пластмаси) або шафу. Розміри, конструкція і місце встановлення їх залежатимуть від кількості приладів. Прилади можна також зберігати у шухляді письмового стола або кухонної шафи, що використовується як лабораторний стіл.

На мал. 6 зображено приблизну конструкцію етажерки для зберігання приладів, у якої полички можна переставляти залежно від розмірів і конструкції приладів.

II. ОБРОБКА МАТЕРІАЛІВ

1. ХОЛОДНА ОБРОБКА МЕТАЛІВ

Виготовляючи будь-який пристрій, юний технік неодмінно має справу з обробкою металу чи листового ізоляційного матеріалу (виготовлення шасі, панелей, плат, планок, монтажних стоячків, кронштейнев і т. д.). Методи

обробки металів та ізоляційних матеріалів мало чим різняться між собою.

Розмічання. Розмічають матеріал за кресленням чи ескізом, що його виконав кваліфікований керівник або було опубліковано у журналі, книжці, брошурі. Тільки досвідчені юні техніки можуть самі виконувати креслення та ескізи для своїх саморобок.

Розмічання матеріалу полягає в перенесенні розмірів з креслення або ескіза на заготовку. Юний технік найчастіше має справу із заготовками з листового або штабового матеріалу. Під час розмічання на матеріал наносять контури деталі, осі і центри круглих отворів. Розмічають за допомогою стальної лінійки, косинця, розмічального циркуля, рисувалки і кернера.

Щоб розмітка була чіткою, матеріал покривають тонким шаром білої фарби або крейди, які розводять водою з столярним чи казеїновим клеєм. Коли фарба висохне, приступають до розмічання, яке виконують на рівній поверхні стола. Користуючись лінійкою, косинцем і рисувалкою, наносять спочатку контури деталі (панелі, шасі і т. д.), а потім лінії згинів. Усі лінії треба добре продряпати рисувалкою, а потім накернити центри отворів.

Листовий матеріал можна розмічати і іншим способом. На папір нанести олівцем у масштабі 1:1 лінії відрізання і згинання, розмітити центри отворів, а потім наклеїти на заготовлений лист матеріалу. Коли клей висохне, всі намічені центри отворів накернюють. Такий спосіб розмічання зручніший тим, що відпадає потреба наносити риски рисувалкою, оскільки їх замінюють лінії, нанесені олівцем на папері.

Випрямляння і рихтування. Щоб вирівняти і випрямити зігнуті поверхні металів, треба покласти деталь з листового металу на рівну поверхню металевого листа завтовшки 40—60 *мм* і рівномірно по всій поверхні цієї деталі вдаряти киянкою доти, поки поверхня деталі не буде рівною.

Способи згинання металевого листа будуть описані у V розділі.

Різання. Листовий метал завтовшки до 0,5 *мм* можна різати ручними ножицями для жерсті, а тонший — звичайними побутовими ножицями. Товстіший метал треба різати ножівкою. Вона складається з металевого

станка, що має форму скоби, і змінного ножівкового полотна, яке закріплюється в станку за допомогою затискача (баранчика) та двох тримачів.

Матеріал, який треба розрізати, закріплюють у лещатах так, щоб відрізувана частина виступала за межі лещат на стільки, щоб станок ножівки не доторкався лещат. Перед різанням на метал наносять риску в тому місці, де треба різати.

Натискати на ножівку під час різання можна лише рухаючи її від себе. Робити це треба лівою рукою, а правою — тільки направляти ножівку.

Якщо ножівка ріже криво, не слід змінювати її напрямку, а треба повернути матеріал і почати різати спочатку.

Коли матеріал, який ріжуть, довший за висоту станка ножівки, треба повернути ножівкове полотно в станку на 90°, а станок під час різання тримати горизонтально і різати у вертикальному положенні.

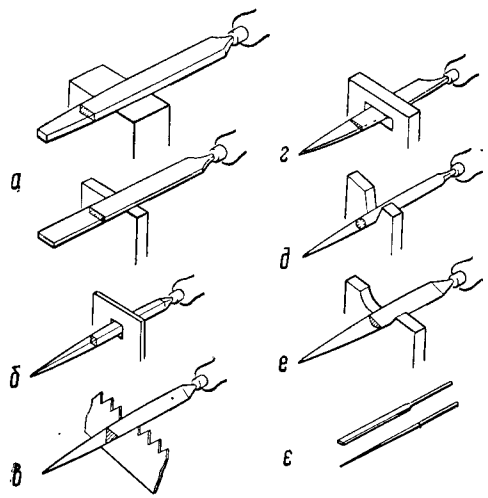
Різання труб має свої особливості. Закріплюючи трубу в лещатах, не треба її дуже затискати, щоб не сплющити, бо вирівняти трубу в домашніх умовах майже неможливо. Розрізаючи трубу, треба нахиляти ножівку на себе в міру різання, а потім повернути трубу на 45° і продовжувати різати, стежачи за напрямом ножівки.

Щоб розрізати тонкий металевий лист, його слід затиснути між двома кутниками або дошками.

Рубання. Різати ножівкою не завжди зручно. Часом, коли треба зняти невеликий кусок металу або ж зробити отвір, вдаються до рубання металу зубилом. Робочий кінець зубила має бути симетричним і мати рівну поверхню. Гартувати зубило треба на довжину близько 30 *мм*.

Під час рубання важливо вміти правильно тримати в руках молоток і зубило. Оброблювану деталь затискають у лещата. Якщо треба зняти шар металу, то зубило нахиляють до поверхні губок лещат під кутом 30—35°, а працюючий стає під кутом 45° до осі лещат.

Щоб удар по зубилу був сильнішим, молоток треба тримати за кінець рукоятки. Під час рубання слід знімати стружку завтовшки не більш як 1,5 *мм*; коли ж треба зняти товстіший шар, це звичайно роблять за кілька прийомів.



Мал. 7. Форми напилків і їх призначення:
а — плоский (без обробки площини); *б* — квадратний (для обробки «вікна»); *в* — тригранний (для обробки зубців); *г* — ножовий (для обробки прямокутного «вікна»); *д* — круглий (для обробки овалів і круглих отворів); *е* — півкруглий (для обробки гнутих поверхонь); *є* — надфілі різної форми (для обробки дрібних деталей).

Рубати листовий метал треба на металевій плиті завтовшки 40—60 *мм*. Рубання, як і розпилювання, виконують за розміткою. Рубаючи листовий матеріал, зубило треба тримати перпендикулярно до поверхні листа.

Обпилювання. Щоб виготовити деталь певної форми і розмірів з гладенькими поверхнями, застосовують обпилювання. При цьому користуються напилками різної форми і розмірів. Напилки можуть мати різну насічку. Велика і широка насічка призначена для швидкої і грубої обробки, а дрібна — для більш тонких робіт. Розрізняють напилки драчові (з крупною насічкою), личкувальні (з середньою насічкою) і бархатні (з дрібною насічкою).

Форма напилка (мал. 7) повинна відповідати його призначенню. Так для обробки «вікна» в металевій деталі треба користуватись квадратним напилком, а для обпилювання зубців — тригранним.

Працюючи напилком, треба бути уважним і спокійним. Стояти треба під деяким кутом до лещат, у яких

міцно затиснуто оброблювану деталь. Напилок слід рухати рівномірно по оброблюваній деталі з швидкістю 50—60 рухів за хвилину і натискати лівою рукою тільки під час руху вперед.

Обпилювання плоских поверхонь — трудомісткий процес. Поверхню плоскої деталі можна обпилювати уздовж і поперек або навскіс вліво і вправо. Під час грубого обпилювання поверхні, коли при кожному русі напилка знімається значний шар матеріалу, найкраще обробляти деталь поперечними рухами то вліво, то вправо, то навскіс. Такий спосіб обробки забезпечує площинність поверхні.

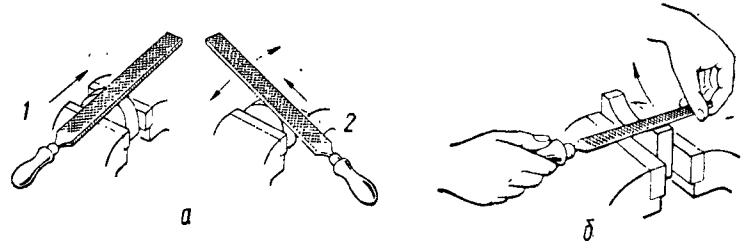
Обробні роботи виконують поздовжнім способом. Поперечний спосіб застосовують рідко, бо при такій обробці плоска поверхня деталі заокруглюється.

Щоб у процесі обпилювання дістати рівну плоску поверхню, треба кілька разів перевіряти площинність поверхні за допомогою плоского, гладко обробленого предмета, площинність якого перевірена.

Спосіб обробки дугоподібних поверхонь (отвори, диски, шківи і т. д.) складніший. Опуклі дуги обробляють за два прийоми. Спочатку грубим плоским напилком упоперек, а потім напилком з дрібнішою насічкою уздовж. Для обпилювання угнутих дуг і отворів використовують півкруглі і круглі напилки (мал. 8).

З напилками треба поводитись обережно. Їх не можна кидати, стукати ними, бо їх виготовляють з дуже крихкої сталі.

Особливо треба стежити, щоб на напилки не попадала вода, бо вони іржавіють і стають непридатними для використання.



Мал. 8. Обпилювання дугоподібних поверхонь:
а — обробка опуклих поверхонь; *1* — груба обробка впоперек; 2 — чистова обробка уздовж; *б* — обробка угнутих дуг.

Свердління. Отвори свердлять свердлами. Найчастіше застосовують спіральні й перові свердла. Спіральні свердла зручніші, бо утворені за їх допомогою отвори точніші і чистіші. Крім того, свердлити ними значно легше.

Дуже легко свердлити отвори, користуючись спеціальним (свердлильним) верстатом, але на практиці юним технікам найчастіше доводиться користуватись ручним дрилем. Свердло закріплюють у спеціальному патроні, який є на кожному дрилі чи свердлильному верстаті.

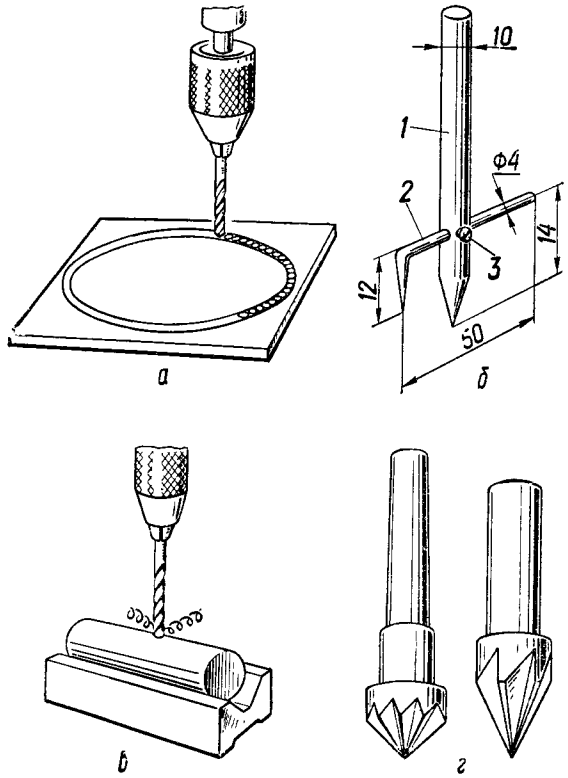
Перед початком свердління треба поглибити центр наміченого отвору двома-трьома ударами молотка по кернеру, а потім вставити свердло в утворену заглибину. Під час свердління дриль треба тримати лівою рукою у перпендикулярному положенні, а правою рукою рівномірно обертати ручку. Свердлячи глибокі чи великого діаметра отвори, слід натискати грудьми на верхній упор дриля. Під час виходу свердла з деталі слід ослабити натиск на дриль, оскільки в цей момент свердло захоплює багато металу і може зламатись. Особливо обережними і уважними треба бути, працюючи з свердлами діаметром до 1 *мм*.

Щоб свердлити отвори великих діаметрів, треба мати навички і знати різні прийоми. Перед початком свердління отвору великого діаметра слід просвердлити отвір діаметром 3—4 *мм*, а потім уже користуватись свердлом потрібного діаметра.

Дуже великі отвори свердлять двома способами. За першим з них (мал. 9,*а*) спочатку просвердлюють ряд допоміжних маленьких отворів по колу з таким розрахунком, щоб між ними залишились проміжки завширшки 1—3 *мм*. Коли всі отвори будуть просвердлені, ці проміжки прорубують зубилом, а утворений отвір обпилюють півкруглим напилком.

Таким способом можна робити отвори різної форми.

За другим способом великі круглі отвори свердлять, користуючись спеціальним пристроєм (мал. 9,*б*), який складається із стального стержня *1*, що має отвір діаметром 4 *мм*, де за допомогою установочного гвинта *3* закріплюється різець *2*. Змінюючи відстань між різальною частиною різця і вістрям стержня, можна вирізати отвори різних діаметрів. Під час роботи стержень заправляють в патрон дриля так само, як і свердло.



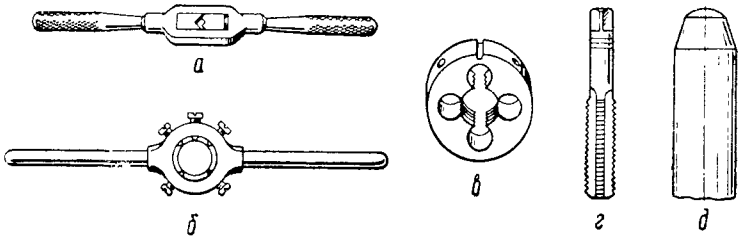
Мал. 9. Свердління отворів:
а — свердління велнких отворів; *б* — пристрій для свердління дуже великих отворів у м'якому металі і пластмасі; *в* — свердління бокових отворів у деталях циліндричної форми; *г* — конічні зенківки.

Цей спосіб застосовують для свердління отворів у м'яких металах і пластмасах.

Щоб просвердлити отвір за допомогою пристрою, спочатку в центрі наміченого отвору свердлять отвір діаметром 4 *мм*, куди вставляють стержень пристрою гострим кінцем. Різець виготовляють із вуглецевої сталі.

Бокові отвори в деталях циліндричної форми рекомендується свердлити на дерев'яному бруску, який має заглиблення конусного типу. Цей спосіб свердління показано на мал. 9,*в*.

Під час свердління отворів на свердлильному верстаті чи електричним дрилем свердло обертається з ве-



Мал. 10. Інструменти для нарізування різьби.

ликою швидкістю і через це дуже нагрівається. Для зменшення тертя між свердлом і металом, в якому просвердлюється отвір, а отже, для зменшення нагрівання, свердло слід перед свердлінням занурити в машинне масло.

Зенківки різних діаметрів (мал. 9,*г*) використовують для свердління конічних заглибин під головки гвинтів та ін. Ними користуються так само, як і свердлами.

Різьба. Основними видами різьби є метрична і дюймова. Юні техніки звичайно користуються метричною різьбою таких зовнішніх діаметрів: 1,7; 2; 2,6; 3; 3,5; 4; 5; 6; 8; 9 і 10 *мм*.

Різьба буває внутрішня (у гайках, у металевих панелях, кронштейнах, кріпильних планках і т. д.) і зовнішня (на болтах, круглих стояках, тягах та інших деталях, кріплення яких здійснюється без допомоги болтів). Внутрішню різьбу нарізають мітчиком, який вставляють у вороток (мал. 10,*а*), а зовнішню — круглими чи призматичними плашками (мал. 10,*в*), які вставляють у клуп (мал. 10,*б*).

Діаметр отвору під внутрішню різьбу повинен відповідати внутрішньому діаметру нарізки, який, маючи метричну різьбу, приблизно становить 0,8 діаметра зовнішньої нарізки (табл. 1).

Таблиця 1

Зовнішній діаметр нарізки, *мм*	1	1,2	1,4	1,7	2	2,3	3	3,5	4	5	6	8	10
Діаметр свердла, *мм*	0,75	0,95	1,1	1,3	1,6	1,9	2,5	2,9	3,3	4,1	4,8–4,9	6,5–6,7	8,2–8,4

Перш ніж нарізувати внутрішню різьбу, вихідну частину отвору роззенковують під зовнішній діаметр нарізки. Крупну різьбу нарізують набором трьох мітчиків (мал. 10,*г*) за три проходи, а дрібну — спеціальним мітчиком з подовженою забірною частиною — за один прохід. Набір з трьох мітчиків маркують лініями на гладенькому кінці мітчика. Одна лінія означає, що цей мітчик початковий, або чорновий, дві лінії — мітчик середній, або напівчистовий, а три лінії — мітчик обробний. Інколи мітчики маркують цифрами від 1 до 3.

Внутрішню різьбу, як уже зазначалось, нарізають за допомогою воротка з чотиригранним отвором, в який вставляють мітчик. Направляти мітчик треба вертикально. Щоб стружка була короткою і легко відділялась, під час нарізування різьби спочатку роблять один оберт, потім півоберту назад, потім знову один оберт уперед і т. д.

Зовнішню різьбу нарізають на стержнях, діаметр яких дорівнює зовнішньому діаметру нарізки. Плашку, якою нарізають різьбу, ставлять так, щоб її плоска поверхня була перпендикулярною до стержня. Принцип нарізування зовнішньої різьби такий самий, як і для внутрішньої, тобто після кожного оберту вперед роблять півоберту назад, потім знову оберт уперед і т. д.

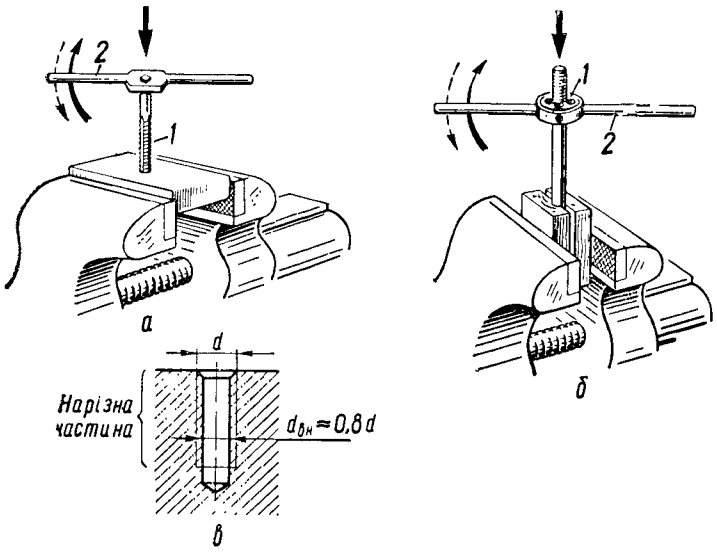
Щоб полегшити нарізування першого витка різьби, треба кінець нарізного стержня заточити так, як показано на мал. 10,*д*. Процес нарізання різьби зображено на мал. 11.

Під час нарізування різьби слід користуватись відповідними мастилами (табл. 2).

Таблиця 2

Матеріал	Мастила
Сталь	Вареиа свиріп'яиа олія, лярд
Чавуи	Сало, гас
Мідь	Лярд, скипидар
Латунь	Мильиа вода
Алюміиій	Гас
Ебоніт	Машиние масло

Нерознімні з'єднання. Одним з найпоширеніших видів нерознімних з'єднань матеріалів, особливо металів, є *заклепкові* з'єднання.



Мал. 11. Нарізування різьби:

а — внутрішньої: 1 — мітчик, 2 — вороток, *б* — зовнішньої: 1 — плашка; 2 — клуп; *в* — підготовка отвору під різьбу.

Заклепки можуть мати головки різної форми. Найчастіше застосовують заклепки трьох типів: з півкруглою, напівпотайною і потайною головками. Користуючись заклепками з півкруглою головкою, поверхні з'єднуваних частин (деталей) можна залишати плоскими, а застосовуючи заклепки з півпотайною і потайною головками, треба зробити під них конусні заглиблення (зенківку) свердлом відповідного діаметра.

Заклепку вставляють в отвори обох з'єднуваних частин і розплющують її другий кінець, який повинен трохи виступати за межі вихідного отвору. Щоб надати кінцю заклепки певної форми, її розплющують (розклепують) обтисканням (мал. 12).

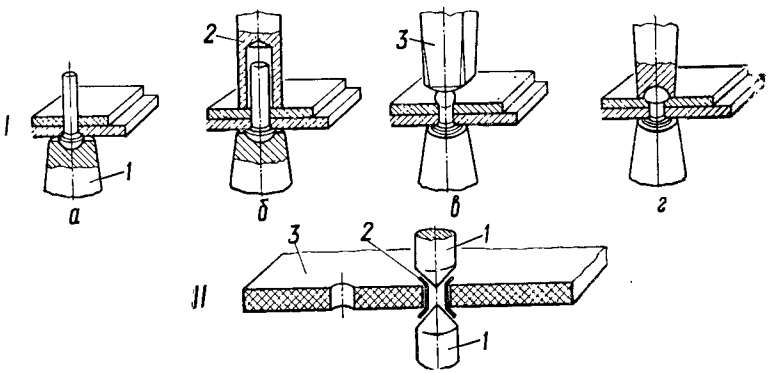
Заклепки виготовляють з м'яких металів: міді, алюмінію, м'якої сталі і т. д. Добирати заклепи треба так, щоб їх діаметр точно відповідав діаметру отворів у з'єднуваних частинах виробу. Якщо діаметр отвору значно більший за діаметр заклепки, то під час клепання заклепка може зігнутись і з'єднання не буде міцним і

надійним. Треба також, щоб заклепка була відповідної довжини, бо дуже довга заклепка під час розплющування загинається і тому не можна утворити правильну головку, а коли заклепка надто коротка, другу головку взагалі не можна утворити. Кінець заклепки повинен виступати над отвором на 1—1,5 його діаметра.

Порожнисті заклепки, або пістони, найчастіше використовують для друкованого монтажу радіоелектронних схем і з'єднання картону, фібри, гетинаксу та інших ізоляційних матеріалів. У першому випадку їх можиа виготовити з металевих стержнів кулькових ручок, а в другому — використати пістони, які застосовують для взуття. Щоб виготовити самому порожнисту заклепку, треба відрізати кусочок металевої трубочки (стержня) і розклепати один кінець так, як показано на мал. 12,*II*.

Пістон чи розклепану трубочку вставляють в отвори з'єднуваних частин виробу розвальцьованим кінцем вниз. Потім виріб кладуть на ковадло чи металеву плиту завтовшки 40—60 *мм*. На верхній (не розвальцьований) кінець порожнистої заклепки ставлять кернер і вдаряють по ньому молотком, розвальцьовуючи кінці. Після цього вдаряють молотком по головці, яка утворилась.

Паяння — другий поширений спосіб нерознімного з'єднання. Паянням можна з'єднувати металеві деталі, провідники, виводи деталей і вузлів під час монтажу.



Мал. 12. Клепання:

I — процес клепаиня: *а* — підставляиня підкладки *1*; *б* — прнтискания заклепки иатягачем *2*; *в* — осаджеиня заклепки обтискачем *3*; *г* — формування другої головкн обтнскаииям; *II* — застосуваиия порожиистих заклепок; *1* — керіер; *2* — порожииста заклепка; *3* — гетинаксова плата.

Металеві деталі паяють у нагрітому стані легкоплавкими металевими сплавами — припоями. Температура плавлення припою повинна бути нижчою за температуру плавлення з'єднуваних металевих деталей. Припоєм залуджують з'єднувані поверхні. З'єднування паянням буде міцне тільки тоді, коли з'єднувані поверхні чисті, не мають їржі, жиру, фарби, окалини і т. д. Для цього їх зачищають напилком, рашпілем, наждачним папером чи металевою щіткою. Оскільки під час паяння поверхня металу нагрівається до температури 200°С, на ній з'являється тонкий шар окислу, який перешкоджає з'єднанню.

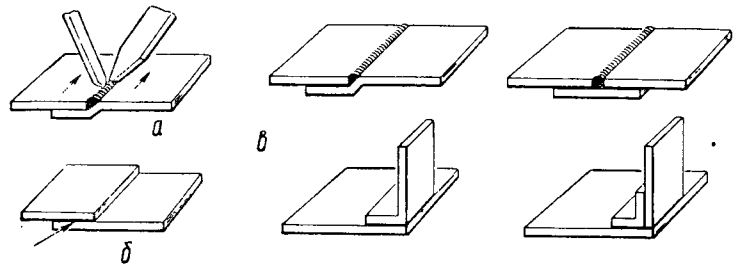
Місце паяння очищають від окислу флюсом, який наносять перед паянням на з'єднувані частини. Найпоширенішим флюсом є розчин хлорного цинку, або «паяльна кислота». Щоб приготувати паяльну кислоту, кілька кусочків цинку розчиняють в соляній кислоті до насичення, тобто до припинення реакції. Цей флюс придатний для паяння стальних (залізних), мідних і латунних виробів. У випадку паяння цинкових і оцинкованих виробів можна користуватись соляною кислотою.

Флюси роз'їдають поверхню металу, а тому зразу ж після паяння пропаяний шов чи всю деталь треба промити в гарячій воді з содою.

У продажу є припої таких марок: ПОС-18, ПОС-30, ПОС-40 і ПОС-64. Літери ПОС означають: припій олов'янисто-свинцевий, а цифра — процент вмісту олова в припої. Чим більше олова в припої, тим нижча його температура плавлення. Так, припій ПОС-30 містить 30% олова і плавиться при температурі 183°С. Коли врахувати, що паяльник розігрівається до 400°С, то можна вважати, що цей припій легкоплавкий.

Щоб підготувати паяльник до роботи, треба його робочу частину (мідний клин) зачистити напилком від окалини, доводячи його колір до блиску, а потім залудити. Для цього треба взяти кусочок хлорного амонію, зробити в ньому заглиблення і помістити туди кусочок припою. Розігрітий клин паяльника тримають доти, поки його кінець не покриється шаром олова. Потім залудженим паяльником прогрівають з'єднувані частини виробу до температури 100—120°С.

Якщо з'єднувані за допомогою паяння частини деталі чи виробу за формою нагадують зображення на



Мал. 13. Паяння.

мал. 13,*а*, то їх треба затиснути в лещата, а в місце з'єднання приставити розігрітий паяльник і кінець палички припою. Паяльник треба тримати в правій руці, а припій в лівій. Розплавлений паяльником припій стікатиме в щілину між з'єднуваними частинами. Переміщаючи паяльник і припій уздовж шва, заповнюють його розплавленим припоєм. Після охолодження припою з'єднання можна вважати готовим. Проте механічна міцність його невелика. На мал. 13,*б* показано, як можна збільшити площу стикання і довжину шва. Таке з'єднання набагато міцніше.

На мал. 13,*в* наведено кілька інших прикладів міцного з'єднання паянням.

Серед металів є такі, що погано або й зовсім не з'єднуються паянням. Це алюміній і дюралюміній. Паяти їх описаним вище способом не можна, а паяння спеціальними припоями за особливою технологією важке для юного техніка. Тому деталі з цих металів слід з'єднувати клепанням чи болтами з гайками.

Працюючи паяльником, нагрітим до 400°С, і користуючись кислотами, треба бути уважним і обережним.

Готуючи розчин кислоти, треба наливати повільно кислоту у воду, а не навпаки.

Під час роботи не можна класти паяльник на стіл чи на перший-ліпший предмет, а тільки на спеціально зроблену підставку з дроту!

Обробка поверхні металу. Поверхні металів чи металевих виробів обробляють для того, щоб надати деталі (виробу) красивого і закінченого виду, а також, щоб запобігти їржавінню і руйнуванню виробу. Обробка по-

верхні металу складається з таких операцій. Спочатку з поверхні металу виводять подряпини, сліди обробки і різнокольоровості, а потім покривають захисними плівками: окислами, фарбами, лаками чи металами, стійкими проти корозії.

Шліфування й очищення поверхні металу — перші операції обробних робіт. Поверхню обробляють механічно (наждаком чи щіткою), а також хімічним способом. Наждак використовують на паперовій або полотняній основі і розрізняють за номерами: чим більший номер, тим крупніше зерно наждачного порошку, нанесеного на паперову чи полотняну основу. При цьому незалежно від того, на яку основу нанесено наждачний порошок, звичайно користуються назвою «наждачний папір».

В разі обробки великих поверхонь, наприклад, при шліфуванні поверхні шасі, рекомендується користуватись дерев'яним бруском з трохи заокругленими краями. Брусок обгортають наждачним папером і закріплюють зверху канцелярськими кнопками. Таким бруском, рівномірно натискуючи на нього, роблять рухи вперед і назад доти, поки не будуть усунуті дефекти, виявлені на поверхні.

На початку шліфування слід використовувати наждачний папір з крупнішими зернами, а потім переходити до дрібніших. Проте наждачний папір з дуже крупним зерном без крайньої потреби застосовувати не рекомендується, бо можуть утворитись глибокі подряпини, які потім важко вивести.

Можна користуватись також наждачним порошком, який насипають на кусок тканини, згорнутої у формі подушечки і змоченої гасом, скипидаром чи машинним маслом.

Добре шліфувати поверхню треба для гальванічних покриттів чи покриття прозорим лаком. Якщо поверхню підготовляють до фарбування, досить ліквідувати великі подряпини, вмятини і т. п.

Очищення поверхні металу, особливо сталі (сплавів заліза), від слідів корозії — одна з обов'язкових операцій обробки металів.

Корозія виникає внаслідок хімічної реакції заліза з киснем повітря і вологою. З часом вона пошкоджує метал дедалі глибше. Тому, щоб припинити процес корозії, треба насамперед видалити іржу, яка утворилась. Іржу

можна знімати металевою щіткою або скребачкою, а також змочуванням гасом чи риб'ячим жиром.

Якщо іржу з стальної (залізної) поверхні видаляли механічними засобами, то завершальне очищення можна виконати хімічним способом. Для цього деталь спочатку очищають і знежирюють, а потім витримують до повного очищення в концентрованому розчині сірчистого натрію.

Шліфовані деталі можна уберегти від корозії, покривши їх шаром вазеліну.

Кольорові метали очищають від корозії описаними вище механічними способами, а також хімікатами.

Мідні, латунні і бронзові вироби можна протерти підігрітим розчином кухонної солі, в слабкому розчині оцту.

Вироби з алюмінію та його сплавів можна очищати травленням. Для цього шасі, екрани, кронштейни та інші деталі занурюють на 1—2 *хв* в 5%-ний розчин їдкого натру, промивають водою і опускають в сильний розчин азотної кислоти, після чого промивають у текучій воді.

Щоб запобігти корозії алюмінієвих деталей, слід нанести на них шар прозорого цапонлаку.

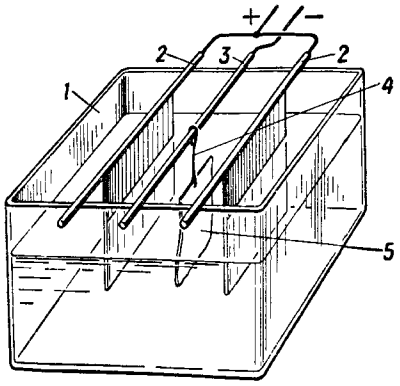
Нікельовані деталі можна чистити пастами і рідинами, які використовуються для господарських потреб.

Хромовані деталі досить протерти ганчіркою, змоченою в теплій мильній воді.

Срібні або посріблені деталі чи вироби можна чистити зубним порошком, розведеним у водному розчині аміаку (нашатирному спирті) до пастоподібного стану.

2. ФАРБУВАННЯ МЕТАЛУ

Багато деталей і виробів (шасі, кронштейни, металеві корпуси приладів і т. д.) можна покривати нітрофарбами. Підприємства фірми «Латпобутхім» (Рига) випускають нітрофарби і лаки в аерозольних упаковках. Металеву поверхню, призначену для покриття такими фарбами, спочатку знежирюють, а потім покривають товстим шаром фарби. Коли він висохне, поверхню зачищають пемзою з водою і дрібнозернистим наждачним папером, а потім насухо протирають ганчіркою. Коли



Мал. 14. Електролітичне фарбування і гальванічне покриття:
1 — ванна, заповнена електролітом; *2* — штанги з пластинами; *3* — штанга для деталі; *4* — гачок для підвішування деталі; *5* — деталь.

поверхня добре висохне, її знову покривають фарбою один-два рази.

Користуючись нітрофарбами чи нітролаками, треба пам'ятати, що вони вогненебезпечні. Слід також оберігати руки і обличчя від потрапляння на них нітрофарби.

Фарбувати металеві деталі можна електрохімічним чи хімічним способами, штучно створюючи на поверхні чорних і кольорових металів різнобарвні оксидні плівки, які мають високі захисні і декоративні властивості.

Електрохімічне фарбування (мал. 14) виконують так. Старанно відполіровані і знежирені деталі занурюють у ванну, якою може бути будь-який скляний чи металевий емальований посуд. У ванну на $^3/_4$ її місткості наливають електроліт, який готують з простих і дешевих хімікатів.

Щоб приготувати електроліт, мідний купорос розчиняють у 200—300 *мл* води, потім додають 90 *г* цукру-рафінаду і перемішують до повного розчинення. Окремо розчиняють 45 *г* їдкого натру в 250 *мл* води і в нього вливають розчин мідного купоросу з цукром, безперервно помішуючи. До приготовленого таким чином розчину додають води з таким розрахунком, щоб загальний об'єм електроліту становив 1 *л*. Перед заливанням у ванну електроліт треба підігріти до температури 35—40°С.

Металеву деталь, призначену для фарбування, занурюють у ванну, заповнену електролітом.

Джерело струму під'єднують до деталі (мінус) і до анода (плюс).

Анодом є кусок чистої міді, а джерелом струму може бути випрямляч, який забезпечує напругу 4 *в* і струм 0,8—1 *а*. Можна також використати батарею з двох-трьох сухих елементів.

Колір покриття залежить від тривалості процесу, тобто видержки в часі (табл. 3).

Таблиця 3

Колір	Видержка, *хв*	Колір	Видержка, *хв*
Коричневий	2	Оранжевий	12—13
Фіолетовий	2—3,5	Червоно-ліловий	13—15,5
Синій	3,5—5,3	Зелено-синій	15,5—17
Голубий	5,3—6,3	Зелений	17—21
Блідо-зелений	6,3—8,5	Рожево-червоний	21—22
Жовтий	8,5—12		

Щоб кольори були контрасніші, в готовий розчин електроліту треба додати 20 *г* вуглекислого натрію (безводної соди).

Якщо фарбування невдале, покриття можна зняти, занурюючи деталь у слабкий розчин аміаку на 1—2 *хв*.

Деталі, пофарбовані описаним способом, треба добре промити водою, висушити, а потім покрити тонким шаром цапонлаку.

Фарбування алюмінію в будь-який колір складається з трьох послідовних операцій. Спочатку алюмінієву деталь очищають дрібнозернистим наждачним папером, аж поки поверхня стане гладенькою, після чого до деталі прикріплюють алюмінієву дротину. Потім деталь промивають ватним тампоном, змоченим у трихлоретилені, протирають зубною пастою, чистять твердою волосяною щіткою і промивають теплою водою. Під час промивання деталь треба тримати за алюмінієву дротину, бо до неї не можна торкатися руками.

Друга операція полягає в окисленні деталі, тобто у створенні електролітичним способом шару окису алюмінію. В посудину з 10%-ним розчином сірчаної кислоти опускають дві пластини із свинцю, а між ними підвішують деталь. Свинцеві пластини з'єднують з негативним полюсом джерела постійного струму на 12 *в*, а деталі — з позитивним. Джерелом постійного струму може бути батарея сухих елементів чи акумуляторів, а також випрямляч на 12 *в*. Процес окислення алюмінію триває 25 *хв* і супроводжується виділенням бульбашок газу.

Фарбують алюмінієву деталь у розчині анілінового барвника будь-якого кольору, призначеного для фарбування тканин. Густина і тональність забарвлення деталі залежить від концентрації розчину. Вимкнувши джерело струму, деталь виймають з посудини, промивають у текучій воді і опускають в киплячий розчин анілінового барвника на 20—30 *хв*. Пофарбовану деталь промивають і змащують вазеліном.

Під час фарбування деталь не можна брати руками, бо на пофарбованій поверхні залишаться плями.

Нікелювання деталей із сталі, міді і мідних сплавів можна здійснювати хімічним способом.

Щоб мати гладеньку матову поверхню (антикорозійне покриття), деталь до покриття нікелем досить відшліфувати дрібнозернистим наждачним папером, а щоб поверхня була блискучою (декоративною), її треба не тільки відшліфувати, а й старанно відполірувати. Полірують деталь двічі: до покриття нікелем і після. Для цього беруть суконну ганчірку, натирають її пастою ГОИ чи зубним порошком, розведеним машинним маслом до в'язкості пасти, а потім коловими рухами полірувати доти, поки поверхня не буде блискучою.

Після першого полірування деталь знежирюють. Для знежирення стальних деталей використовують розчин, який складається з 1 *л* води, 25 *г* їдкого натру чи їдкого калі, 40 *г* кальцинованої соди і 10 *мл* силікатного клею. Для знежирення деталей з міді чи мідних сплавів на 1 *л* води беруть 100 *г* тринатрійфосфату і 20 *г* силікатного клею.

Підігрівши розчин до 75°С, у нього занурюють на 20 *хв* деталь для знежирення.

Перед нікелюванням знежирену деталь треба декапірувати, тобто зняти з неї шар окислу. Для цього її опускають в 5%-ний розчин соляної кислоти і видержують протягом 1 *хв* при температурі 20°С. Перед декапіруванням і після нього деталь слід добре промивати в текучій воді.

Розчин для нікелювання готують так. В 1 *л* води, нагрітої до 60°С, розчиняють 30 *г* хлористого нікелю і 10 *г* оцтовокислого натрію. Потім температуру розчину доводять до 80°С, додають 15 *г* гіпофосфіту натрію і в цей розчин занурюють деталь. Розчин разом з деталлю підігрівають до температури 90—92°С і підтримують цю температуру до кінця процесу нікелювання, тобто 45—60 *хв*.

Деталь у ванні треба підвішувати, щоб вона омивалася розчином з усіх боків.

Після закінчення процесу хімічного нікелювання деталь слід старанно промити і відполірувати описаним вище способом.

3. ОБРОБКА ДЕРЕВИНИ

Для обробки деревини потрібні столярні інструменти — пилка для дерева одноручна (завдовжки 400 *мм*); лобзик з пилочками; рубанок з подвійним залізком; коловорот з перками діаметром від 8 до 32 *мм*; стамески (плоска і півкругла); рулетка завдовжки до 3 *м*; два косинці з довжиною найбільшого катета 200 *мм;* кутники столярні; циркуль, яким можна креслити кола радіусом до 200 *мм* з олівцевою і вимірювальною насадками.

Щоб правильно заготовити матеріал, необхідно знати, які породи дерев використовуються для столярних виробів і як їх обробляти.

Породи деревини і фанера. Найпоширенішою породою деревини є сосна. Вона легка і міцна, але сучкувата, смолиста і її важко оздоблювати. Використовують сосну для виробів, які обклеюють оздоблювальною фанерою з деревини цінних порід (шпон) і на деталі, які не потребують оздоблення (наприклад, дно і внутрішні бруски корпуса приймача).

Ялина за міцністю і стійкістю поступається перед сосною. Позитивною якістю її є рівномірний білий колір деревини, який довго зберігається. Ялина менш смолиста, тому вона краще, ніж сосна, піддається склеюванню і обробці.

Береза однорідна за будовою, міцна і дуже добре обробляється. Маючи білий колір, вона легко фарбується, тому її імітують під червоне дерево і горіх. Недолік берези — деформація під впливом змінної вологості повітря.

Вільха добре піддається обробці і оздобленню. Її структура однорідна, м'яка і дрібношарувата, легко фарбується під горіх, червоне дерево, морений клен.

Бук — в'язка і тверда порода деревини, але має властивість усихати і дуже жолобиться. Буковий шпон має

красиву текстуру і широко використовується для фанерування виробів із сосни і ялини.

Дуб — найтвердіша і дуже міцна порода деревини. Використовується для виготовлення цінних виробів. Особливо ціниться морений дуб, який має темне забарвлення.

Фанеру виготовляють в основному з берези і вільхи. Деталі з фанери можуть бути в комбінації з дерев'яними брусками.

Юні техніки для виготовлення своїх моделей, в тому числі й корпусів програвачів і магнітофонів найчастіше користуються саме фанерою. Бічні і верхні стінки корпуса, а також його фасадну частину виготовляють з фанери марок ФК чи ФБА сортів А чи АБ. Бажано, щоб фанера мала товщину 10 або 12 *см*.

Для фанерування використовують соснову чи ялинову фанеру, оскільки вона найбільш доступна і легко обробляється. Якщо немає можливості виконати декоративне облицювання, використовують фанеру з липи, бо вона легко обробляється і полірується. Цю властивість має фанера з вільхи і буку.

Щоб надати деревині більш темного тону чи імітувати під дорогі породи дерев, поверхню деревини фарбують, використовуючи для цього барвники і протрави. Барвниками фарбують всі листяні породи дерев, протравами — тільки ті, які містять велику кількість дубильних речовин (дуб, горіх, червоне дерево), а також хвойні породи (сосна, ялина, смерека).

Хвойні породи піддають протравленню після обробки їх таніном.

Протравами можуть бути: хлорне залізо, сірчанокисле залізо, хлорна і сірчанокисла мідь, двохромовокислий калій (хромпік).

Фарбування деревини. Фарбувати деревину можна водними розчинами анілінових барвників або спеціальними хімічними сумішами (табл. 4). «Під червоне дерево» добре фарбуються вільха, в'яз, ясен, бук, кедр, вишня, береза; «під чорне дерево» — граб, яблуня і вишня; «під горіх» — береза і бук.

Фарбують деревину пензлем, губкою, пульверизатором, або способом занурення у відповідний розчин. Щоб фарба лягала на поверхню рівномірним шаром, цю поверхню треба спочатку зволожити.

Таблиця 4

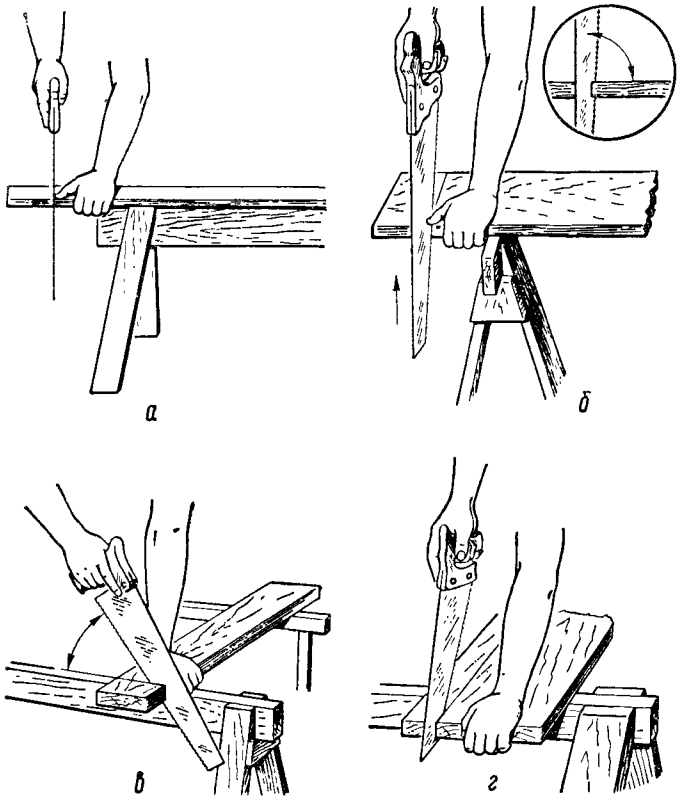
Склад суміші	Доза, *г* на 1 *л* води	Колір забарвлення	Технологія забарвлення
Двохромовокислий калій	25	Під горіх	Другий розчин наносити через 10 *хв* після першого
Марганцевокислий калій	25		
Мідний купорос	10—50	Під червоне дерево	Другий розчин наносити, коли перший висохне
Жовта кров'яна сіль	100		
Хлористий анілін	50	Під чорне дерево	Спочатку нанести суміш двох перших розчинів, а через 10 *хв* — третій розчин
Хлориста мідь	50		
Двохромовокислий калій	50		

Фарба краще закріплюється на деревині, якщо в розчин барвника додати 3% столярного клею.

Якщо треба пофарбувати деревину хвойної породи, на поверхні якої виступає смола, рекомендується перед фарбуванням очистити її поверхню від смоли, а потім промити речовиною, яка розчиняє смолу (10%-ний розчин соди, бензин, скипидар, спирт або 10%-ний розчин кухонної солі).

Правила користування столярними інструментами. Щоб розпиляти дошку чи брусок, треба насамперед намітити олівцем лінію відрізу, а потім закріпити заготовку так, щоб вона не мала можливості переміщатись або вібрувати. Для цього дошку (брусок) затискують у лещата або в крайньому випадку кладуть на стіл (верстак, стілець) і притискують лівою рукою чи лівим коліном.

Прийоми користування *пилкою* показано на мал. 15. Під час розпилювання треба стежити, щоб пилка точно переміщалась уздовж наміченої лінії. Треба мати на увазі, що пилка залишає в деревині щілину, ширина якої більша від товщини полотна пилки. Тому пилку треба встановлювати з зовнішнього боку лінії відрізу.



Мал. 15. Прийоми користування одноручною пилкою.

Під час розпилювання полотно пилки повинно рухатись перпендикулярно до дошки, яку розрізають (мал. 15,*а*).

Приступаючи до розпилювання, треба спочатку торкнутись дошки зубцями пилки під кутом 45°, підтримуючи пилку великим пальцем лівої руки, а коли зубці зроблять невеликий надріз, забрати палець і рівномірними рухами продовжувати розпилювання під тим самим кутом нахилу пилки (мал. 15,*б,в*). На мал. 15,*г* показано, як треба розпилювати дошку вздовж.

Не слід сильно натискувати на пилку, бо від цього пиляти стає значно важче. Власна вага пилки достатня для швидкого розпилювання.

Юному технікові треба також вміти користуватися *рубанком*. Цей інструмент складається з дерев'яної колодки із спеціальним отвором — гніздом, куди вставляється стальний ніж (залізко), і дерев'яного клина для фіксації залізка у потрібному положенні.

На мал. 16,*І* показано прийоми складання рубанка. Під час складання рубанок треба тримати так, як показано на мал. 16,*І,а*. Залізко вставляють у гніздо разом з клином, підтримуючи його великим пальцем лівої руки.

Легенько вдаряючи молотком у передній торець колодки, треба висунути залізко із щілини, на скільки це потрібно. Для чорнового стругання залізко повинно виступати із щілини на 0,5 *мм*, а для чистового—на 0,2 *мм*. Якщо залізко висунуто дуже мало, треба постукати молотком в передній торець колодки (мал. 16,*І,б*), а якщо дуже багато — в задній (мал. 16,*І,в*).

Склавши правильно рубанок, можна приступати до стругання. Оброблюваний предмет кладуть на стіл чи верстак, на якому прибито упорну дощечку. Стругальник повинен стати з лівого боку, виставляючи вперед ліву ногу, і пересувати рубанок ковзаючими рухами вздовж поверхні предмета.

Рухаючи рубанок вздовж прямих ліній, натискайте на передню його частину на початку руху і переносьте натиск на задню частину рубанка, коли рубанок повинен дойти до кінця дошки. Оскільки рубанок стругає тільки під час руху вперед, то обернений рух виконують без натиску. Стругають доти, поки стружка стане тонкою і неперервною. На мал. 16.*ІІ* показано приклади правильного (*а*) і неправильного (*б*) стругання.

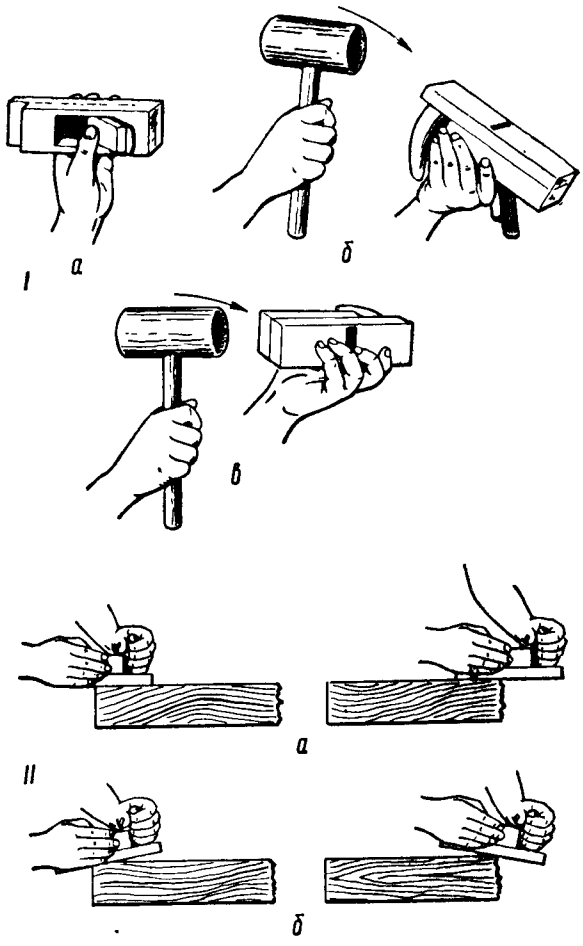
Якість стругання визначають столярним кутником, як це показано на мал. 17.

Як користуватись іншими столярними інструментами, буде пояснено далі.

Виготовляти деталі з фанери або фільонки не важко, оскільки, крім обрізування, фарбування і полірування, сама деревина ніякої обробки не потребує.

Виготовляючи корпус приймача або телевізора, бокові стінки і верхню панель, вибирають найчистішу фанеру.

Для зовнішніх поверхонь слід вибирати ту сторону листа фанери, яка має рівний і щільний шар деревини,



Мал. 16. Стругання деревини.

а для внутрішніх, навпаки, бажано мати шар м'якої пористої фанери. Після того як панелі вирізано, їх слід зачистити від задирок і шорсткостей, а потім з'єднати між собою.

Свердління і склеювання деревини. Для поперечного свердління отворів у дерев'яних деталях застосовують *центрові* свердла (перки), а для поздовжнього — *спіральні*. Їх закріплюють у коловороті або дрилі з малим числом обертів. Великі, а також фігурні отвори видовбують долотом.

З'єднують дерев'яні деталі найчастіше склеюванням. Для цього поверхні деталей спочатку змащують клеєм, потім затискують струбцинами, кладуть під тягар і видержують до повного висихання клею.

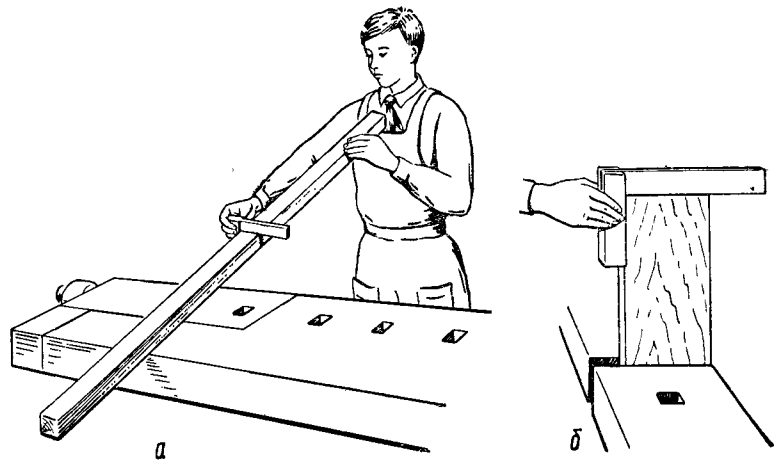
Склеювані поверхні деталей з фанери повинні мати взаємноперпендикулярний напрям волокон.

Для склеювання деталей з дерева найчастіше застосовують *столярний* і *казеїновий* клеї. Плитки столярного клею подрібнюють на невеличкі кусочки, розмочують їх у воді протягом 6—10 *год*, а потім варять на водяній бані до повного розчинення при температурі води 70—80°С. Готовий клей повинен мати густоту рідкої сметани.

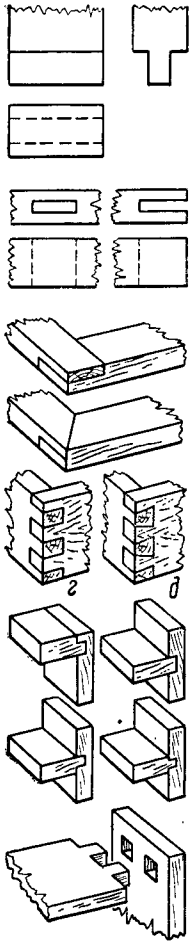
З казеїну клейовий розчин готують так. Порошок казеїну (2 вагові частини) розміщують у воді кімнатної температури (1 вагова частина) до повного розчинення грудочок.

Виріб після склеювання видержують у стиснутому стані протягом 7—8 *год*, а потім протягом доби при кімнатній температурі.

Столярні з'єднання. Крім з'єднання клеєм, дерев'яні деталі можна з'єднувати між собою **столярними** в'язка-



Мал. 17. Перевірка якості стругання: а) площини; б) кута..



Мал. 18. Шипові з'єднання:

а — шип; *б* — гніздо і вушко; *в*—з'єднання у півдерева; *г* — прямий відкритий шип; *д* — «ластівчин хвіст»; *е* — з'єднання в гребінь; *є* — шипи серединних з'єднань.

ми — *шипами,* а також гвинтами і цвяхами. Ці види в'язки найчастіше доповнюють з'єднання клеєм.

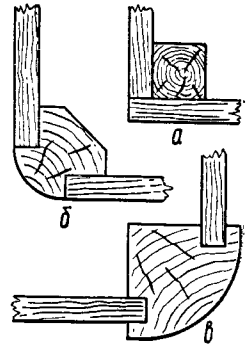
Шипом називають ту частину деталі, яка входить у відповідний отвір другої, зчленованої з нею, деталі. З'єднання двох деталей (наприклад, брусків) може бути кінцевим, якщо обидва бруски з'єднуються своїми кінцями, або серединним, коли кінець одного бруска з'єднується із середньою частиною другого. Шип може становити одне ціле з деталлю або бути вставним. За формою він може бути плоским або круглим, являти собою прямокутник або трапецію.

З'єднання шипами різноманітні. Найпростішим є з'єднання в півдерева. Часто застосовують в'язку прямим відкритим шипом, а для з'єднань, які повинні витримувати великі зусилля, використовують в'язку «ластівчин хвіст». Недоліком таких з'єднань є те, що вони відкриті, тому ними звичайно користуються в тих випадках, коли виріб фанерують. Більш приховані, але менш міцні з'єднання в гребінь. Усі шипові з'єднання не виключають необхідності змащувати їх клеєм у місцях з'єднання.

На мал. 18 зображені різні варіанти шипових з'єднань. Крім шипових, застосовують з'єднання за допомогою *бруска* (мал. 19). Найчастіше цей спосіб використовують для з'єднання тонких фанерних листів.

У практиці юного техніка часто можна обійтися скріпленням деталей шурупами. Щоб кінці фанери під час вкручування шурупів не розкололись, треба заздалегідь просвердлити отвори в торцевій частині дошки. Шурупи з потайною головкою зенкують свердлом великого діаметра.

Фанерування виробів з деревини. Із столярних робіт найскладнішою є фанерування, тобто обклеювання дерев'яного виробу чи його деталей і вузлів шпоном, тобто струганою фанерою з деревини цінних порід. Перед фанеруванням усі вириви, вибоїни, вм'ятини на фанерованій поверхні треба зарівняти вставками за допомогою клею, а дрібні зашпаклювати клейовою шпаклівкою. Після цього поверхню потрібно вирівняти і зачистити.



Мал. 19. З'єднання брусками:

а—найпростіше з'єднання бруском; *б* — з'єднання заокругленим бруском; *в* — різновидність з'єднання заокругленим бруском.

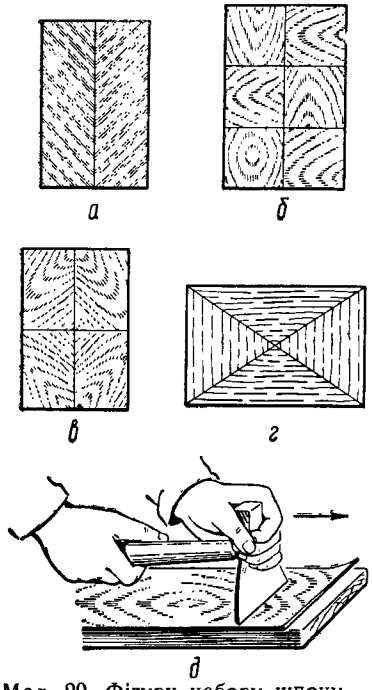
Щоб у шпоні не виникли тріщини після обклеювання, треба ще в процесі підготовки виробу до фанерування всі шипові й торцеві з'єднання зарівняти планками, наклейками і косинками.

Для великих фанерованих площ вибирають шпон з крупним рисунком, а для малих площ і деталей — з дрібним. Розкроюють шпон гострим шевським ножем за допомогою паперового крою і металевої лінійки.

Підбираючи шпон для фанерування, треба користуватись фігурами набору, зображеними на мал. 20,*а-г*.

Розкроєні куски шпону шліфують з внутрішнього боку крупнозернистою шкуркою (№ 46—80) і шпаклюють клейовою шпаклівкою в тих місцях, де є тріщини. Підготовлений шпон після вирівнювання кромок, які повинні збігатися в місцях стиків, складають за розмірами фанерованої поверхні кромку з кромкою і склеюють паперовою стрічкою завширшки 20—25 *мм*. Щоб кромки стягувались, папір перед наклеюванням злегка змочують водою, а після наклеювання розгладжують зверху притиральним молотком (мал. 20,*д*) вздовж волокон фанери, від середини листа до кінців, щоб видалити залишки клею.

Фанерування виконують у приміщенні з температурою 25—30°С. Поверхню фанерованого виробу і внутрішній бік шпону змащують столярним клеєм, а через 8—10 *хв* шпон накладають на фанеровану поверхню і притирають куском гладенького бруска і плоским сто-



Мал. 20. Фігури набору шпону для фанерування.

лярним молотком. Добре притирати шпон праскою, нагрітою до 60°С.

Якщо з'являться пухирці або тріщини, їх треба відразу ж усунути. Для цього шпон у місці дефекту змочують водою, надрізають і під нього вводять клей за допомогою піпетки чи шприца, а потім це місце запрасовують гарячою праскою.

Якщо після фанерування з'являться клейові плями, їх можна вивести щавлевою кислотою.

Після двогодинного сушіння при температурі 25—30°С паперові смужки, якими були з'єднані куски шпону до фанерування, треба зняти.

Полірування. Для полірування деревини використовують політуру (10%-ний розчин натурального шелаку в етиловому спирті) або прозорий нітроцелюлозний лак.

Спочатку зачищають кромки і задирки, які утворились під час свердління, потім поверхню шліфують дрібнозернистою шкуркою і грунтують. Грунт готують з рідкого столярного клею, деревної пудри (дуже дрібна тирса) і фарби під колір виробу. Після повного засихання грунту поверхню знову шліфують дрібнозернистою шкуркою.

Політру наносять на всю поверхню виробу пульверизатором. Щоб вона лягла рівним шаром, виріб розміщують горизонтально. Кожен бік виробу треба покрити чотирма-п'ятьма шарами політури (або прозорого нітролаку) — поки шар не стане рівномірним і не заповнить пори деревини.

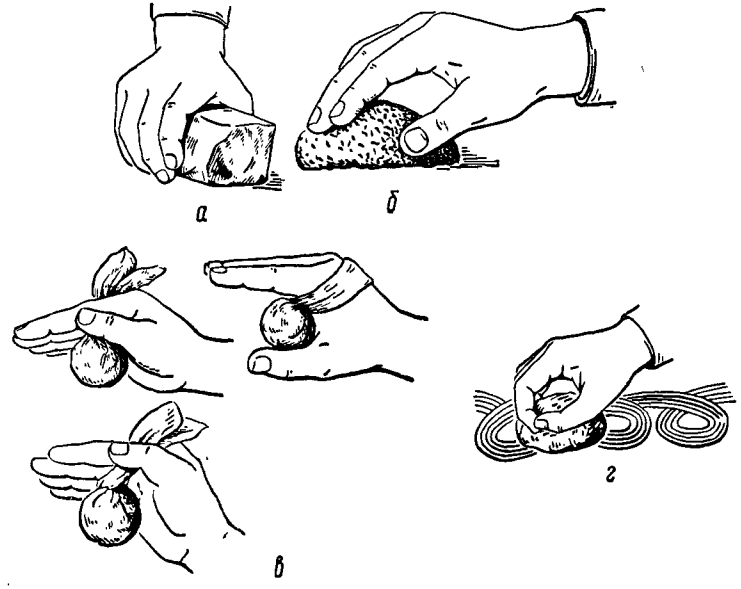
Після покриття виріб просушують при кімнатній температурі протягом 3—4 діб, а потім дрібнозернистою шкуркою знімають з його поверхні всі нерівності.

Підготовлену поверхню полірують дерев'яним бруском, обгорнутим куском сукна. Частину сукна натирають пастою ГОЙ чи пастою, яку використовують для правки бритв, змочують олією і рівномірно, з легким натиском натирають поверхню до дзеркального блиску. Щоб спостерігати якість полірування, поверхню періодично протирають полотняною ганчіркою.

На мал. 21 зображено процес шліфування шкуркою *(а)*, нанесення лаку тампоном *(б)*, положення тампона в руці *(в)* і послідовність руху руки під час полірування *(г)*.

Нітроцелюлозним лаком полірують в основному так само, як і політурою. На відшліфовану поверхню наносять п'ять-шість шарів лаку, причому після просихання перших двох шарів поверхню шліфують пемзою з гасом, а після п'ятого-шостого покриття і тривалого сушіння полірують до дзеркального блиску.

Шар нітроцелюлозного лаку полірують фетром або хутром (цигейкою) з полірувальною пастою № 290, залишки якої після закінчення роботи знімають.



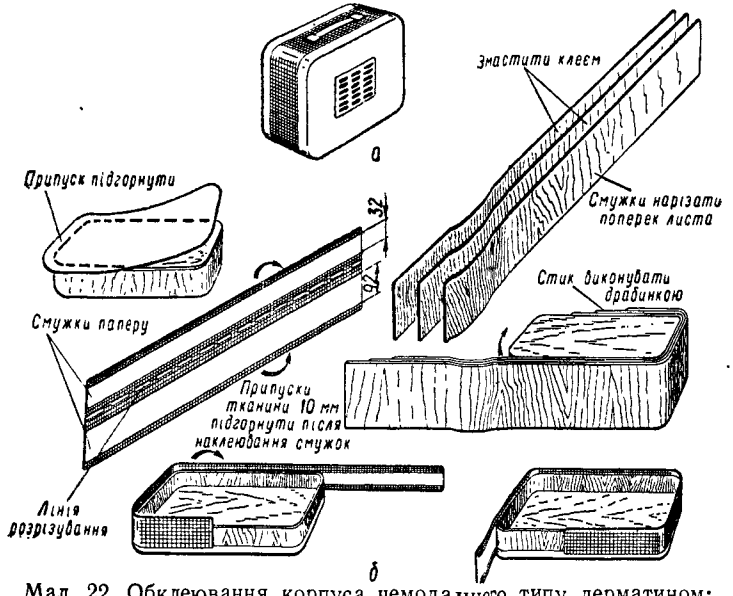
Мал. 21. Шліфуваиня і поліруваиня.

Слід мати на увазі, що нітролаки легкозаймисті і дуже отруйні. Тому під час роботи з ними треба бути обережними.

У практиці юних техніків часто буває потрібно виготовити дерев'яний корпус для вимірювального приладу, футляр для зберігання деталей чи інші ящички і коробки, які не потребують старанної обробки. В таких випадках досить малярної обробки, яка полягає в покриванні поверхні деревини олійними, емалевими або нітроцелюлозними фарбами.

До фарбування приступають після просушування і шліфування поверхні деревини. Фарбу наносять у кілька (не менш як два) шарів з проміжним просушуванням і шліфуванням. Наносити фарбу бажано пульверизатором, але можна також м'яким пензлем. Фарбу, нанесену тонким шаром, старанно розтирають пензлем спочатку в одному напрямі, а потім у перпендикулярному до нього.

Поверхню пофарбованого виробу після просушування можна покрити лаком і злегка відполірувати.



Мал. 22. Обклеювання корпуса чемоданного типу дерматином: *а* — корпус чемоданного типу в готовому вигляді; *б* — послідовність операцій обклеювання дерматином і складання корпуса.

Обклеювання корпуса дерматином. Дерев'яний корпус магнітофона чи програвача, виготовлений у вигляді чемодана, часто обклеюють дерматином (мал. 22).

Дерматин розкроюють, за розмірами чемодана з припуском на всі боки по 10 *мм,* причому боковини краще викроювати суцільні з тим, щоб обклеїти одним куском усі сторони чемодана. Перед обклеюванням поверхню зачищають наждачною шкуркою, шпаклюють, усувають дефекти деревини.

Для обклеювання користуються столярним клеєм середньої густоти. Спочатку приклеюють дерматин на зовнішню частину дна або кришки. Щоб не було морщин чи здуття, дерматин розгладжують чистою ганчіркою. Коли ж ці дефекти все-таки виникнуть, то після того, як клей трохи підсохне, поверхню слід розпрасувати через густу тканину праскою, нагрітою до температури не вище як 200°С.

Так само обклеюють боковини. Коли буде обклеєно всі сторони корпуса, треба зарівняти кути і бокові кромки, заправивши припуски один під одного внакладку. Потім лезом безпечної бритви чи гострим ножем дерматин розрізають уздовж кута, тобто відрізають обидва припуски. Обрізавши зайвину, кути корпуса намазують клеєм і приклеюють кромку. Клей, який виступив після змащування кутів і після обрізання кромок, можна змити теплою водою за допомогою пензля, щітки чи ганчірки.

Обклеювання корпуса чемодана заокругленої форми майже нічим не відрізняється від вищеописаного.

4. ОБРОБКА ПЛАСТМАС

Полімерні матеріали (пластмаси) широко використовують в усіх галузях виробництва. Радіоаматори і юні техніки також використовують ці матеріали. Майже всі малогабаритні й мініатюрні корпуси радіомовних приймачів, програвачів і магнітофонів виготовляють з пластмас.

Більшість пластмас обробляти досить важко, тільки небагато з них піддаються обробці й переробці в домашніх умовах.

Органічне скло. Найдоступнішим і широко відомим видом пластмас є органічне скло, або плексиглас. Це

полімер метилового ефіру метакрилової кислоти, а тому його наукова назва — поліметилметакрилат. Оргскло — прозорий безбарвний матеріал. Його випускають у листах розміром 700×1400 *мм* і більше, завтовшки від 0,4 до 40 *мм*, а також у блоках. Оргскло піддається механічній обробці: його можна різати, шліфувати і полірувати, гнути в розігрітому стані, пресувати і склеювати. Крім того, оргскло піддається поверхневому і дифузійному фарбуванню в різні кольори.

Завдяки високим діелектричним властивостям цей матеріал використовують не тільки як декоративний, а й як ізоляційний.

Листове оргскло розмічають олівцем «Склограф». Щоб не залишався слід від циркуля, його вістря треба встромити в кусочок канцелярської гумки. При розмічанні листа слід мати на увазі, щоб ширина борозни дорівнювала товщині ножа.

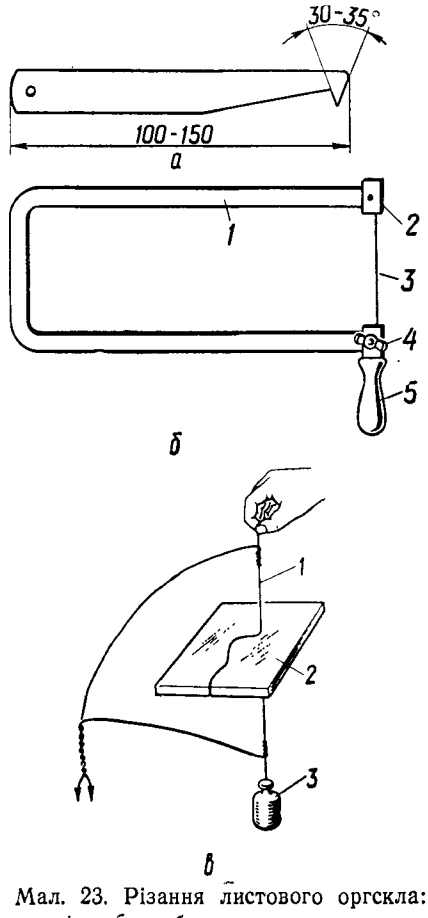
Різати оргскло можна спеціальним ножем, який легко зробити самому з ножівкового полотна (мал. 23,*а*). Щоб розрізати лист оргскла, його кладуть на рівну поверхню і, приклавши лінійку, проводять ножем кілька разів по наміченій лінії відрізання.

Фігурні деталі з листового оргскла можна вирізати звичайним лобзиком, але, враховуючи відносно невисоку температуру плавлення оргскла, його можна різати плавленням. Для цього в лобзик замість пилочки вставляють нікелінову дротину діаметром 0,4—0,5 *мм*. До затискачів дерев'яного лобзика можна підводити напругу 4,5 *в* від знижувального трансформатора. Якщо лобзик металевий, то затискачі й кінці станка треба ізолювати (мал. 23,*б*) і тільки потім під'єднувати джерело струму. Подавати напругу більшу за 4,5 *в* не рекомендується, бо в разі перегрівання дротини оргскло може зайнятись.

Якщо лобзика немає, то до нікелінової дротини завдовжки 250—300 *мм* від спіралі до електроплитки на 127 *в* прив'язують тягарець і підводять напругу 4,5 *в* від знижувального трансформатора. Таким способом можна вирізувати фігурні деталі з оргскла, як це показано на мал. 23, *в*.

Гнути оргскло можна, нагрівши його до певної температури (оргскло теплостійке до 60°С, після чого розм'якшується). На практиці листове оргскло розм'якшують у киплячій воді. Цього цілком досить, щоб його

не тільки гнути, а й пресувати з нього різні фігурні деталі. Лист чи деталь з оргскла можна повністю не нагрівати, а тільки в місці згинання. Для цього в місцях згинання матеріал спилюють круглим напилком діаметром 6—8 *мм* на $^1/_3$ товщини листа. Ширина деталі, яку треба зігнути, повинна перевищувати потрібну на 1 *мм*, а довжина—на 8—15 *мм*.



Мал. 23. Різання листового оргскла: *а* — ніж; *б* — лобзик з металевим станком: *1* — станок; *2* — гумова або пластикатова прокладка з металевою пластинкою для контакту; *3* — високоомна дротина; *4* — затискач-баранчик (2 шт.); *5* — ручка дерев'яна; *в* — різання оргскла без лобзика; *1* — високоомна дротина; *2* — оргскло; *3* — тягарець.

Місце згинання нагрівають електричним паяльником з прямим стержнем. Спочатку стержень зачищають, а потім, щільно притискаючи до поверхні листа або деталі, повільно переміщають вздовж лінії згинання. Коли оргскло розм'якшиться від нагрівання, деталь треба покласти торцем на рівну поверхню робочого стола і зігнути під прямим кутом. Крім того, треба виготовити два металеві кутники, зігнуті під кутом 90°. Зігнуту деталь необхідно затиснути за допомогою двох струбцин і витримати до повного остигання.

Пресувати оргскло в домашніх умовах можна в металевих і дерев'яних пресформах. Перед тим як закласти в пресформу заготовку деталі з оргскла, пресформу нагрівають до 80—90°С, а заготовку занурюють у киплячу

воду до розм'якшення матеріалу. Розм'якшену деталь поміщають між пуансоном і матрицею пресформи і пресують на саморобному пресі, який розвиває зусилля 700—1000 *кгс*.

Описаним способом виготовляють деталі невеликих розмірів і неглибокі.

Оргскло добре полірується. Спочатку полірують чистою і сухою ганчіркою з грубого, а потім м'якого сукна. Полірувати можна зубним порошком, зволоженим водою або мінеральним маслом. Використовуючи дрібнозернисті сполуки полірувальних сумішей, можна відполірувати поверхню з оргскла до дзеркального блиску.

Оргскло склеюють дихлоретаном, а для з'єднань з підвищеною міцністю або великих швів застосовують дихлоретановий клей, який можна приготувати самому, розчинивши в 50 *г* дихлоретану 15—20 *г* стружок оргскла.

Щоб склеїти деталі з оргскла, треба на поверхні для склеювання нанести паличкою чи пензликом густий шар клею, а через 2 *хв* з'єднати їх. Через кілька хвилин деталі міцно з'єднаються. Клеїти треба в добре провітреній кімнаті, бо дихлоретановий клей, висихаючи, виділяє шкідливі речовини.

Оргскло можна склеювати клеєм для шкіри. Його наносять на склеювані поверхні, зразу ж з'єднують їх між собою і просушують протягом 15 *хв* при температурі 35°С.

Клей можна також приготувати із стружок оргскла, розчинених в оцтовій есенції.

Оскільки оргскло має властивість розм'якшуватись при порівняно невисоких температурах, його можна зварювати при температурі до 200°С. Для цього кінці зварюваних поверхонь притискають один до одного, приклавши між ними смужку оргскла завтовшки до 1 *мм*, і прогрівають місце з'єднання паяльником.

Оргсклу можна надавати будь-якого кольору з допомогою речовин, в яких воно розчиняється, наприклад цапонлаком. Промисловість випускає такі цапонлаки: лак № 955 — чорний, лак № 956—червоний, лак № 959—зелений, лак № 964 — синій. Усі цапонлаки розчиняються в ацетоні і висихають при температурі 20—23°С протягом 20 *хв*.

Деталі з оргскла занурюють у цапонлак, налитий в емальовану чи скляну ванночку на час до 15 *хв*, залежно від бажаної густоти відтінку. Щоб надати деталі дуже темного кольору, треба її занурювати у ванночку кілька разів з інтервалами по 10—15 *хв* для просушування. Для фарбування в дуже світлі тони цапонлак слід розбавити летким розчинником. Змішуючи цапонлаки різних кольорів, досягають різноманітних відтінків.

Добре фарбувати оргскло дисперсними барвниками. Наша промисловість випускає такі дисперсні барвники: жовтий міцний 2К, оранжевий Ж, червоний Ж, червоний 2С, фіолетовий К, синій К, зелений 4С і зелений 25.

Розчин для фарбування оргскла складається з 0,2 *л* етилового, бутилового чи денатурованого спирту, 2 *г* прального порошку «Новость» і 5—7 *г* дисперсного барвника, розведеного в 1 *л* гарячої води. Розчин перемішують до повного розчинення перелічених речовин, після чого фільтрують крізь два шари тканини від капронової панчохи.

Деталь перед фарбуванням слід добре промити в денатурованому спирті і просушити під скляним ковпаком. Тим часом треба приготувати розчин з миючого засобу «Универсал» (1 *г* порошку на 1 *л* води) і підігріти його до 50°С. Деталь занурити на 10 *хв* у цей розчин, після чого промити в холодній текучій воді, швидко перенести у фарбувальний розчин, підігрітий до 40—80°С і тримати тут, поки вона не набуде певного відтінку забарвлення. Після закінчення фарбування деталь добре промивають в холодній текучій воді і висушують при кімнатній температурі.

Якість забарвлення залежить від стану поверхні деталі (подряпини, вм'ятини та інші дефекти) і від положення деталі у ванночці під час фарбування.

Щоб надати оргсклу молочно-білого кольору, досить прокип'ятити його у воді протягом 1—2 *год*.

Самотвердіючі пластмаси. Промисловість випускає самотвердіючі пластмаси, які використовуються для ремонту і виготовлення зубних протезів. Це акрилати АКР-7, АКР-15, АСТ-Т і протакрил.

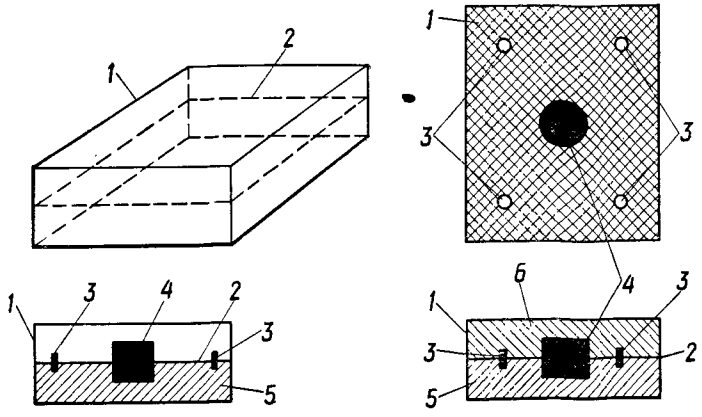
Зубопротезні пластмаси продають у комплекті: порошок-полімер і рідина, до складу якої входять мономер метакрилату з прискорювачем. Полімер і мономер змішують у співвідношенні 2:1. Під час затвердіння такі

пластмаси не потребують тиску чи якої-небудь термічної обробки. Тільки етакрил АКР-15 рекомендується пресувати з прикладанням тиску близько 50 *кгс/см²* протягом 10 *хв* при температурі 25°С.

Застосування інших пластмас цієї групи значно простіше і доступніше юним технікам. Спочатку потрібно зробити модель деталі, за якою виготовляють гіпсову форму для лиття. Просіяний гіпс розводять у холодній воді до сметаноподібної маси, яку заливають у картонну коробку чи фанерний ящик до половини їх висоти (мал. 24). Змащену густим мильним розчином модель вдавлюють до половини її висоти в незагуслий розчин гіпсу.

Коли гіпс повністю застигне, у формі висвердлюють чотири неглибоких отвори діаметром 2—4 *мм*, щоб вставити дерев'яні чи пластмасові штифти, які повинні виступати над поверхнею на 5—10 *мм* і бути напрямними під час формування.

Потім, змастивши густим мильним розчином поверхню гіпсової форми і просушивши її, можна залити другу порцію гіпсу, спеціально для цього приготовлену. Коли форма повністю висохне, її треба акуратно роз'єднати і вийняти модель. Для приготування пластмаси в скляну



Мал. 24. Виготовлення деталей з акрилату способом лиття:
1 — коробка; *2* — рівень першої порції гіпсу; *3* — штифти; *4* — модель; *5* — перша порція гіпсу; *6* — друга порція гіпсу.

чи фарфорову посудину засипають потрібну кількість полімеру і доливають розчинника (мономеру) стільки, скільки потрібно, щоб утворилась сметаноподібна маса. Цю масу заливають в обидві половини форми разом і гіпсову форму складають так, щоб штифти одної половини зайшли в заглиблення, утворені ними в другій половині. Обидві половини форми щільно стягують струбциною, під яку підкладають дюралюмінієві, стальні чи фанерні пластини, щоб створити рівномірний тиск з усіх сторін форми. До струбцини прив'язують мотузок і форму опускають у відро з холодною водою, а шнурок залишають назовні. Відро ставлять на невеликий вогонь, щоб температура води поступово підвищувалась до кипіння і кип'ятять протягом 1 *год*. Після цього форму витягають за мотузок, охолоджують і розкривають. Якщо форма була добре змащена мильним розчином, вийняти деталь з неї неважко.

Інші види пластмас. Юні техніки і радіоаматори досить широко використовують різноманітні готові пластмасові вироби. Так, корпус для малогабаритного програвача, транзисторного магнітофона чи радіомовного приймача можна виготовити з пластмасової коробки або шкатулки; диск для малогабаритного програвача — з круглої кришки від пластмасової коробки; ручки для малогабаритних змінних резисторів—з пробок від тюбиків з-під зубної пасти; пінал для батареї живлення з сухих елементів 1,3—ФМЦ-1,25 — з круглого футляра для зубної щітки і т. д.

Проте, щоб скористатися готовими виробами з різних пластмас, треба знати їх властивості, способи обробки і склеювання.

За технологічними ознаками пластмаси поділяють на *термореактивні* і *термопластичні*. Термореактивні пластмаси мають властивість під дією тепла розм'якшуватись, добре заповнювати форму і зберігати після застигання надану їм конфігурацію. Повторно ці пластмаси плавити не можна. З термореактивних пластмас виготовляють корпуси для гучномовців, ручки настроювання, головки затискачів та інші деталі для виробів радіотехнічної промисловості.

Термопластичні пластмаси (термопластики) під дією тепла набувають текучості, заповнюють певну форму і твердіють після охолодження. Вироби з них можна за-

ново розплавляти. До термопластиків належать: поліхлорвініл, органічне скло, полістирол, поліетилен та ін. При нагріванні до 60—80°С вони розм'якшуються, а при більш високій температурі плавляться.

Знаючи властивості різних пластмас, неважко визначити, з якої пластмаси виготовлено даний виріб. Для цього досить торкнутись до виробу гарячим паяльником.

Під час переробки виробів з пластмаси в нові часто буває потрібно їх різати і склеювати. Треба пам'ятати, що прийоми різання для всіх пластмас приблизно одні й ті самі, а технологія склеювання і рецепти клеїв різні.

Склеювати термореактивні пластмаси можна бакелітовим лаком. Спочатку склеювані поверхні знежирюють бензином, а потім покривають тонким шаром бакелітового лаку і, щільно стиснувши струбцинами, вміщують у духовку кухонної плити на 2—3 *год* (залежно від величини деталі). Сушать деталі, поступово підвищуючи температуру від 20 до 80—100°С, оскільки різкий перехід від низької температури до високої спричиняє утворення бульбашок на плівці бакелітового лаку.

Міцно і надійно термореактивні пластмаси можна також клеїти клеями БФ-2 і БФ-4. У цьому випадку добре очищені і знежирені поверхні змащують тонким шаром клею і просушують при кімнатній температурі протягом 1 *год,* після чого наносять другий шар клею і знову просушують протягом 1 *год* 30 *хв*. Потім склеювані поверхні щільно складають, затискують струбцинами і просушують у духовці при температурі 100°С протягом 1 *год,* якщо застосовано клей БФ-2 і протягом 3 *год* при температурі 60°С, якщо користувались клеєм БФ-4.

Найчастіше для виготовлення деталей використовують готові вироби з полістиролу. Клеїться полістирол розчином полістирольних стружок у бензолі.

Щоб деталь, виготовлена з полістиролу, з часом не потріскалась, її після кожної операції треба швидко занурювати у воду, нагріту до температури 50°С, а після закінчення обробки залишити в теплій воді на 8—10 *год*.

Термопластичні матеріали з'єднують способом зварювання так само, як і оргскло, і при такій же температурі (200°С). Шовне зварювання термопластиків можливе також за допомогою струмів високої частоти 150—200 *Мгц*.

III. ВИГОТОВЛЕННЯ ІНСТРУМЕНТІВ, ПРИСТРОЇВ І ВЕРСТАТІВ СВОЇМИ РУКАМИ

Працю юного техніка можна значно полегшити, якщо забезпечити його спеціальними інструментами, пристроями і навіть верстатним устаткуванням. Все це можна зробити своїми руками.

Деякі інструменти і пристрої уже описані в попередніх розділах. Це ніж і лобзик для різання оргскла, форма для відливання деталей з акрилату, підставка під паяльник і т. д. Далі буде сказано, як своїми руками можна виготовити більш складні інструменти, пристрої і верстати.

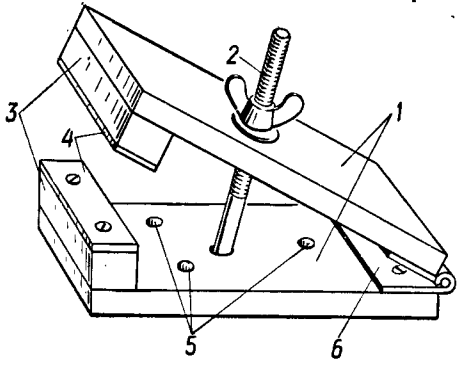
1. ВИГОТОВЛЕННЯ ІНСТРУМЕНТІВ

Лещата бувають *настільні* і *ручні*. Лещата можна виготовити самому, використовуючи для цього дві сухі дубові чи букові дошки. Розміри лещат залежать від того, які деталі оброблятимуть у них.

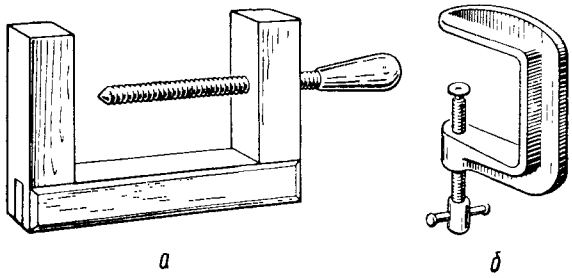
На мал. 25 показано будову таких лещат. У дошках *1* просвердлюють отвори для гвинтового затискача *2*. До кінців дощок приклеюють дерев'яні планки *3* і прикручують шурупами стальні кутники *4*. Планки з кутниками утворюють губки лещат. Протилежні кінці дощок з'єднують пружинячою завісою *6*.

Такі лещата трохи більших розмірів можна використати, як настільні. Для цього в нижній дошці треба просвердлити отвори *5* для кріплення їх до стола чи верстака.

Струбцину дуже широко використовують, особливо для склеювання однорідних і різнорідних матеріалів. Під час обробки і переробки пластмас також доводиться користуватися струбцинами.



Мал. 25. Саморобні лещата.



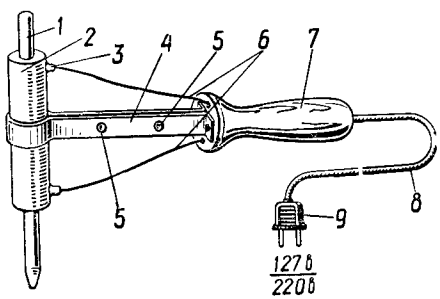
Мал. 26. Струбцинн.

На мал. 26 зображено саморобні струбцини з дерева і металу (сталь).

Струбцина складається із дерев'яної (мал. 26,*а*) або металевої (мал. 26,*б*) рами і металевого затискного гвинта.

Дерев'яну раму склеюють і скріплюють шурупами, а металеву вигинають, як показано на малюнку. Розміри струбцини залежать від розмірів деталей, які затискатимуться в неї.

Електричний паяльник неважко зробити, якщо є засклитий резистор типу ПЭВ. Потужність такого паяльника не перевищує 30 *вт*, тому він дуже зручний при монтажі радіоелектронних схем. На мал. 27 зображено конструкцію такого паяльника. Стержнем може бути запасний стержень від електричного паяльника ЭТ-П чи кусок прутка з червоної міді відповідного розміру. Нагрівальним елементом може бути дротяний засклитий резистор типу ПЭВ-20 або ПЭВ-30. Для напруги 127 *в* потрібний резистор, який має опір 1 *ком*, а для напруги 220 *в* — 2 *ком*.



Мал. 27. Електричний паяльник:

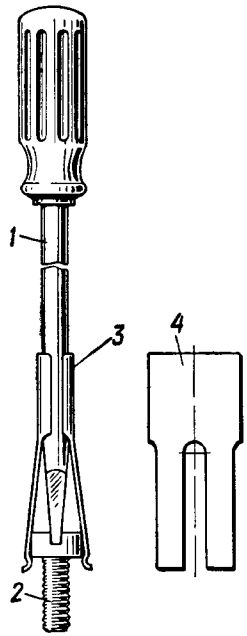
1 — стержень; *2* — нагрівальний елемент; *3* — контакти-виводи резистора; *4* — хомут; *5* — болти, які скріплюють хомут; *6* — проводи шнура живлення; *7* — рукоятка; *8* — шнур живлення; *9* — вилка штепсельна.

Ручку можна використати готову, призначену для інструментів, або виточити на токарному верстаті, бажано з дерева твердої породи. В ручці треба просвердлити наскрізний отвір для шнура, за допомогою якого нагрівальний елемент вмикають в електричну мережу.

Нагрівальний елемент прикріплюють до ручки хомутиком, який можна виготовити з алюмінію чи сталі завтовшки 1,5 *мм*.

Складаючи паяльник, резистор ПЭВ треба затиснути хомутиком так, як показано на малюнку і прикріпити шурупами до торця ручки. До виводів резистора припаюють кінці проводів шнура живлення. Шнур, як і в фабричному паяльнику, закінчується штепсельною вилкою.

Користуючись цим паяльником, не слід забувати, що нагрівальний елемент відкритий і нагрівається до температури 200°С, тому треба бути обережним.

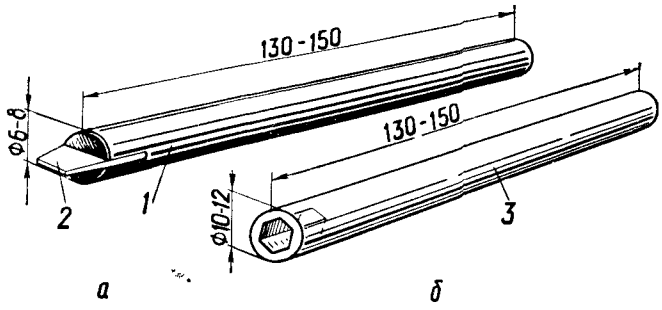


Мал. 28. Викрутка з пристроєм:

1—викрутка; *2*—гвинт; *3* — пристрій; *4*—розгортка пристрою.

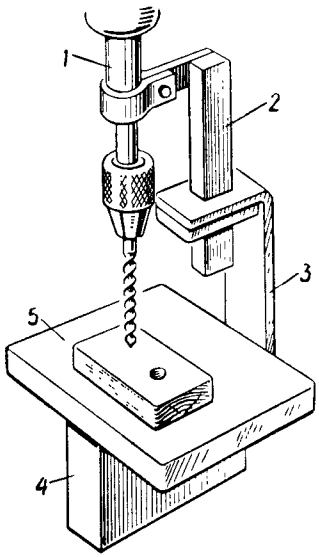
Викрутку з пристроєм для закручування гвинтів у важкодоступних місцях зображено на мал. 28. Будова пристрою *3*, який утримує гвинт, не складна. Матеріал, з якого вирізують заготовку пристрою, повинен бути достатньо пружним. Ним може бути фосфориста бронза, загартована латунь чи вуглецева сталь.

Антимагнітна викрутка для настроювання контурів каскадів ВЧ виготовляється просто, вона потрібна для високої точності в настроюванні контурних котушок радіомовного приймача, телевізора і високочастотних генераторів магнітофонів. Для виготовлення такої викрутки (мал. 29) придатне оргскло, ебоніт, текстоліт, гетинакс і дерево твердих порід. Із цього матеріалу роблять пруток — стержень діаметром 6—8 *мм*. На одному з торців стержня роблять пропил завширшки 0,8 *мм* на глибину 15—20 *мм*, в який вставляють невелику пластинку з латуні чи бронзи, заточену з однієї сторони за формою ви-



Мал. 29. Антимагнітна викрутка:
а — під шліц; *б* — під шестигранний кінець; *1* — діелектрик; *2* — антимагнітний метал; *3* — орґскло.

крутки. Для міцності пластинку можна приклеїти клеєм (БФ-2, БФ-4, 88-Н) або заклепати двома саморобними заклепками з мідного чи алюмінієвого дроту діаметром 0,5 *мм*. На мал. 29 зображено також торцеву викрутку для настроювання осердь контурних котушок з шестигранними кінцями.

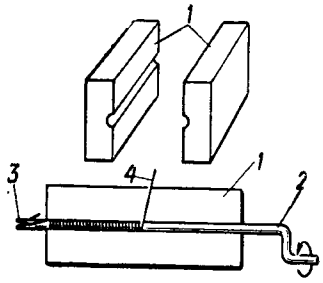


Мал. 30. Пристрій для роботи дрилем з тонким свердлом.

2. ПРИСТРОЇ

Пристрій для роботи дрилем з тонкими свердлами зображено на мал. 30. Якщо немає свердлильного верстата, то дуже важко просвердлити отвір малого діаметра (до 1 *мм*). Для цього рекомендується простий саморобний пристрій, який певною мірою може замінити свердлильний верстат. Дриль *1* прикріплюється кронштейном *2* до стояка *3*, який з'єднаний з основою *4*. На основі закріплений стіл *5*, на який кладуть оброблювану деталь.

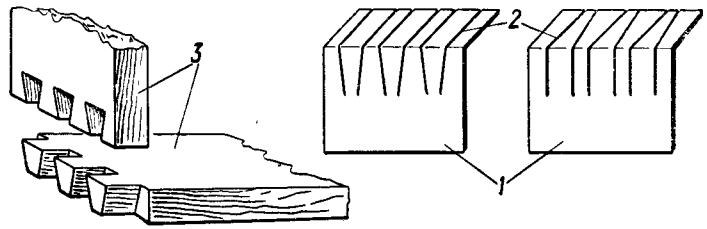
Пристрій для намотування спіралей і пружин (мал. 31) складається з двох брусочків *1*, виготовлених з дерева твердих порід. На брусочках роблять півкруглі пази. Коли з'єднати брусочки, два пази утворюють наскрізний круглий отвір, куди вставляють рукоятку *2* з твердого стального дроту, діаметр якого повинен відповідати внутрішньому діаметру спіралі чи пружини. Отвір у брусочках повинен відповідати зовнішньому діаметру спіралі чи пружини. Кінець рукоятки *3* розпилюють і в цей розпил заправляють дротину чи провід *4*, з якого намотують спіраль чи пружину. Весь пристрій вставляють у лещата.



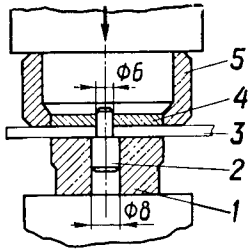
Мал. 31. Пристрій для намотування спіралей і пружин.

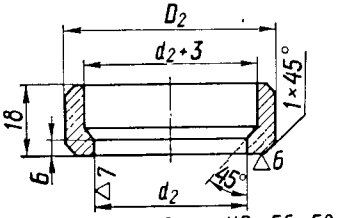
Пристрій для вирізування шипових з'єднань столярних виробів (мал. 32) складається з двох дюралюмінієвих кутників *1*, які мають прорізи *2*. Товщина прорізів повинна відповідати товщині пропилу, а відстань між ними — ширині шипів.

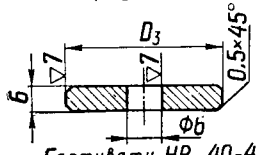
Пристрій для вирубування великих отворів і виготовлення шайб та прокладок зображено на мал. 33. За допомогою цього пристрою, на відміну від способів, описаних у попередньому розділі, можна без доробки вирубувати отвори великих діаметрів під лампові панелі, електролітичні конденсатори і вимірювальні прилади. Крім того, цим пристроєм можна робити отвори не тільки в м'яких металах і пластмасах, а й у стальних панелях, шасі, кронштейнах і т. д., а також виготовляти металеві, пластмасові і картонні шайби та прокладки.

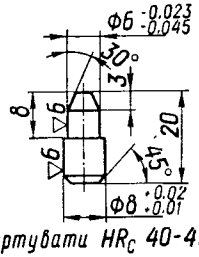


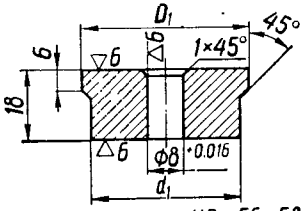
Мал. 32. Пристрій для вирізування шипових з'єднань:
1 — кутники; *2* — прорізи; *3* — шипове з'єднання.











Пристрій являє собою накладний штамп, який складається з пуансона *1*, матриці *5* і додаткових деталей, показаних на малюнку.

Вирубують отвори в такій послідовності. В місці пробивання отвору на заготовці намічають, накернюють і свердлять отвір для фіксатора. Потім складають накладний штамп і, ударяючи молотком чи стискаючи в лещатах, а якщо є ручний прес — під пресом, пробивають отвір.

Розміри деталей накладного штампа залежать від діаметра отвору, який треба вирубати. У табл. 5 наведено розміри деталей, залежно від діаметра вирубуваного отвору і товщини матеріалу, з якого виготовлено оброблюваний виріб чи деталь.

Якість і чистота вирубуваного отвору залежать від правильно вибраного зазора між різальними кромками штампа і чистоти обробки різальних кромок.

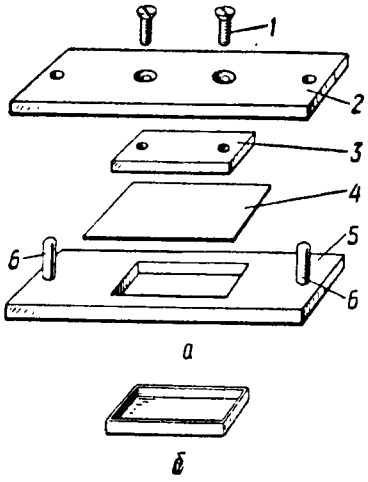
Зазор між матрицею і пуансоном повинен дорівнювати 1/20 товщини матеріалу, з якого виготовляють оброблювану деталь.

Пристрій для витягування порожнистих деталей з алюмі-

Мал. 33. Пристрій для вирубування велнких отворів:
1 — пуансон (сталь У8А); *2* — фіксатор (сталь 45); *3* — матеріал, в якому пробивають отвір; *4* — диск (сталь У8А); *5* — матриця.

Таблиця 5

Призначення отворів	Діаметр отворів на деталі, *мм*	Для товщини матеріалу $d = 0{,}5 \div 2$ *мм*				
		пуансон		матриця		диск
		D_1	d_1	d_1	D_2	D_3
Під лампові панелі	15	$15_{-0,02}$	12	$15{,}1^{+0,03}$	40	$15{,}1\ ^{-0,03}_{-0,095}$
	18,5	$18{,}5_{-0,02}$	15	$18{,}6^{+0,03}$	45	$18{,}6\ ^{-0,04}_{-0,07}$
	19	$19_{-0,02}$	15	$19{,}1^{+0,03}$	45	$19{,}1\ ^{-0,04}_{-0,07}$
	22	$22_{-0,02}$	18	$22{,}1^{+0,03}$	50	$22{,}1\ ^{-0,04}_{-0,07}$
	27	$27_{-0,02}$	23	$27{,}1^{+0,03}$	55	$27{,}1\ ^{-0,04}_{-0,07}$
	30	$30_{-0,02}$	26	$30{,}1^{+0,03}$	55	$30{,}1\ ^{-0,05}_{-0,085}$
Під електролітичні конденсатори КЭ-2, КЭ-1	14	$14_{-0,02}$	11	$14{,}1^{+0,03}$	40	$14{,}1\ ^{-0,03}_{-0,055}$
	16	$16_{-0,02}$	13	$16{,}1^{+0,03}$	45	$16{,}1\ ^{-0,03}_{-0,055}$
Під вольтметри, міліамперметри	60	$60_{-0,02}$	56	$60{,}1^{+0,03}$	90	$60{,}1\ ^{-0,65}_{-0,105}$



Мал. 34. Пристрій для витягування порожнистих деталей.

нію, латуні марки Л62-М, органічного скла, нагрітого до 80°С, та інших м'яких листових матеріалів також можна виготовити своїми руками.

Пристрій являє собою штамп, який складається з пуансона і матриці, виготовлених з дюралюмінію марки Д16А-Т або сталі будь-якої марки. На мал. 34, *а* зображено цей штамп і заготовку, а на мал. 34, *б* — готову деталь, виготовлену за допомогою штампа. Штамп складається з планки 2 (дюралюміній Д16А-7, товщина 2 *мм*), на якій заклепками *1* закріплено пуансон *3* і матрицю *5* з напрямними штифтами *6*.

Заготовку *4* з м'якого листового матеріалу кладуть на матрицю і зверху притискають пуансоном. При цьому напрямні штифти повинні зайти в отвори планки *2*, а заготовка — рівномірно виступати з усіх боків за межі пуансона.

Весь пакет, що складається із штампа і заготовок, поміщають у лещата чи під прес і повільно стискають до закінчення витягування.

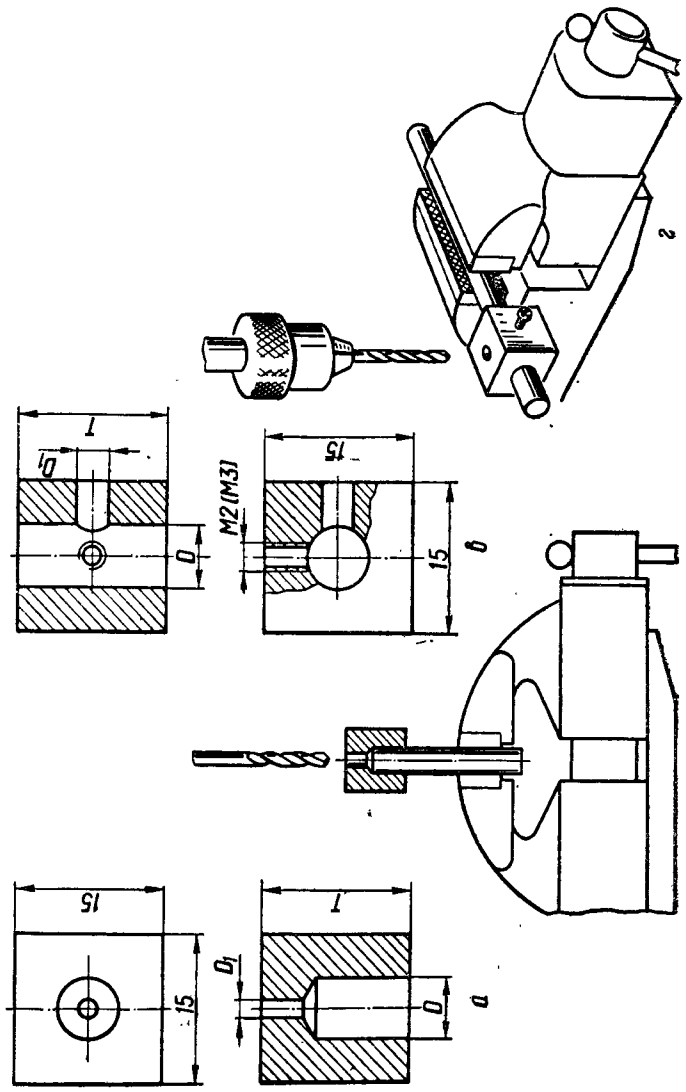
Боковий зазор між матрицею і пуансоном повинен дорівнювати 1,1—1,2 товщини матеріалу.

Пристрій для свердління отворів в осі (мал. 35) призначений для того, щоб спростити цей процес, який виконується на токарному верстаті. Пристрій являє собою кондуктор, виготовлений з невеликої пластинки листової сталі, дюралюмінію або текстоліту. Товщина пластинки T визначається за формулою

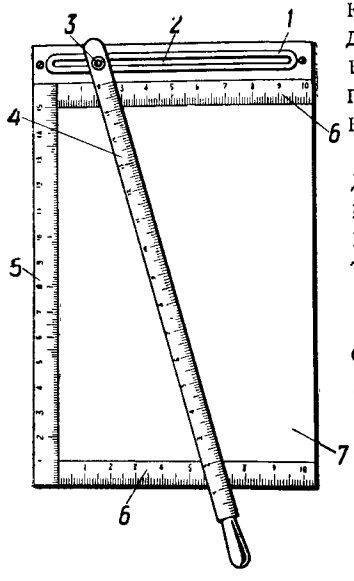
$$T = (2{,}0)\,D - (3{,}0)\,D_1,$$

де D — діаметр осі, а D_1 — діаметр отвору в осі.

В центрі пластинки (мал. 35,*а*) свердлять отвір, діаметр якого на 0,2—0,3 *мм* менший від D_1 і розсвердлю-



Мал. 35. Пристрій для свердління отворів в осі.



Мал. 36. Пристрій для прямолінійного різання оргскла:
1 — полозок; *2* — проріз у полозку; *3* — болт-повзунок; *4* — пересувна рейка; *5* — поздовжня лінійка; *6* — поперечна лінійка; *7* — поле.

ють його з одного боку до діаметра осі D на відповідну глибину (2,0 D). З другого боку отвір розсвердлюють до діаметра D_1.

Готовий кондуктор насаджують на вісь, закріплену в лещатах, і свердлом діаметром D_1 свердлять в її торці отвір так, як показано на мал. 35,*б*.

Отвір по діаметру осі свердлять за допомогою кондуктора зображеного на мал. 35, *в*. Цей кондуктор виготовляють також з листової сталі, дюралюмінію або текстоліту, але товщина пластинки T дорівнює $(2 \div 3)D$. Отвір для осі свердлять так само, як і в першому випадку. Перпендикулярно до осі отвору діаметром D свердлять ще два отвори: один діаметром D_1, а другий — під різьбу М2 для установочного (стопорного) гвинта. Потім кондуктор насаджують на вісь, стопорять установочним гвинтом М2 і свердлять так, як показано на мал. 35,*г*.

Пристрій для прямолінійного різання оргскла зображено на мал. 36. На фанеру або столярну плиту завтовшки 10—12 *мм* з трьох боків приклеюють дерев'яні лінійки з міліметровими поділками. Поле пристрою обклеюють бавовняним сукном або фланеллю. У верхній частині поля встановлюють порожнистий полозок з вирізом для болта. Цим болтом закріплюється пересувна регулююча рейка, яка також має поділки.

Оргскло, пластик, полістирол чи будь-який інший листовий пластичний матеріал кладуть на покрите сукном поле і, визначивши необхідні розміри за допомогою лінійок з поділками, притискають пересувною рейкою в місці відрізання. Потім ножем, призначеним для різання оргскла, відрізають пластину потрібної форми і розмірів.

Юному техніку часто доводиться звертатись у шкільну майстерню, у будинок піонерів чи на станцію юних техніків для виконання робіт, які в домашніх умовах виконати не завжди можливо. Але час, вільний від занять у школі і дома, не завжди збігається з годинами роботи цих установ, а також багато часу витрачається на поїздки. Тому юному технікові в ряді випадків доцільно виготовити саморобні верстати, хоч це зробити значно складніше, ніж описані вище інструменти і пристрої.

Свердлильний верстат найкраще виготовити з електричного дриля, але, якщо його немає, можна скористатись і ручним дрилем (мал. 37).

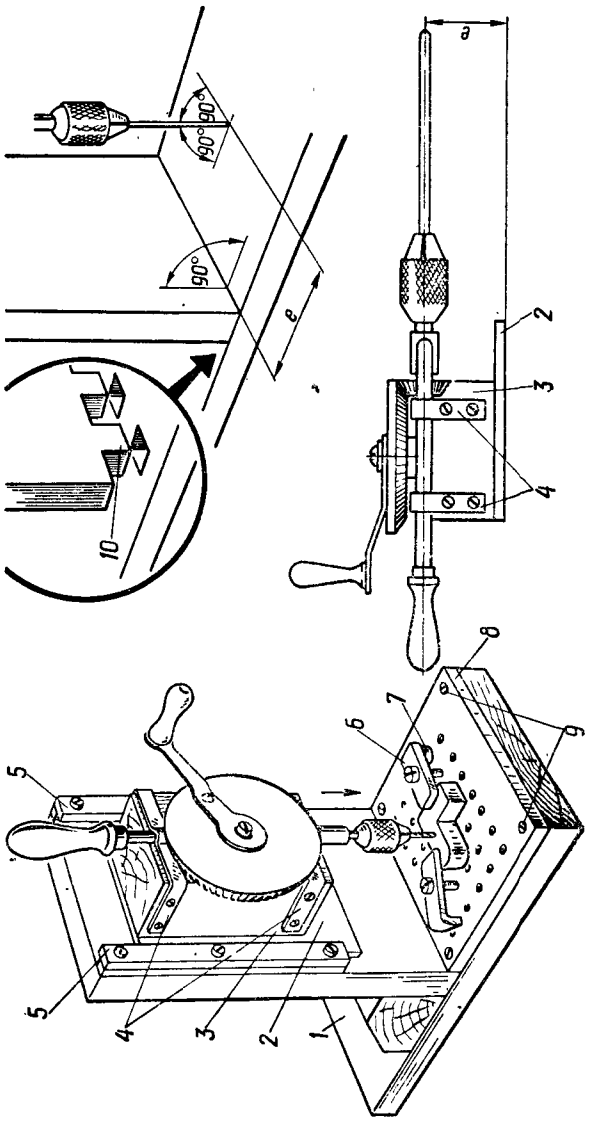
Основу *1* саморобного свердлильного верстати для свердління отворів діаметром до 9 *мм* виготовляють з деревини твердих порід, рухому пластину *2* — з текстоліту або оргскла, бобишку — з деревини твердої породи, а кріпильні гвинти, притискні лапки, покриття стола, кріпильні і напрямні планки — із сталі.

Перед тим як скласти верстат, треба вивірити паралельність ковзної поверхні рухомої пластини відносно осі патрона дриля. Для цього в патрон дриля затискують рівний стальний стержень діаметром 3 *мм* і завдовжки 100—200 *мм* і перевіряють паралельність. Поверхня вертикальної частини основи, по якій пересуватиметься рухома пластина, має знаходитись під кутом 90° відносно горизонтальної частини основи.

Рухома пластина *2* повинна пересуватись у пазах напрямних планок *5* без люфта, з легким тертям.

Під час свердління, особливо малих отворів, оброблювану деталь треба добре закріплювати на столі. Для цього в стальному покритті стола просвердлюють у шаховому порядку чотири отвори для прикріплення його до стола і отвори діаметром 3 і 5 *мм* з різьбою М3 і М5 відповідно. Крім того, по осі патрона, в центрі стола, свердлять отвір діаметром 10 *мм*. Стальне покриття прикріплюють до стола чотирма шурупами *9*.

Для прикріплення деталі до стола треба виготовити із стальних пластинок 10 парних комплектів притискних лапок *7*, а з прутка діаметром 8—10 *мм* нарізати підставки різної довжини. За допомогою цих лапок



Мал. 37. Свердлильний верстат з ручного дриля:
1 — основа; *2* — рухома пластина; *3* — бобишка; *4* — кріпильні планки; *5* — напрямні планки; *6* — кріпильний гвинт; *7* — притискні лапки; *8* — стальне покриття стола (Сталь 45, товщина 10—12 *мм*); *9* — шурупи кріплення стального покриття; *10* — шипове з'єднання вертикального стояка з основою.

і підставок деталі кріпляться так, як показано на малюнку.

Під час свердління натискувати на рукоятку дриля треба з певним зусиллям, яке залежить від діаметра свердла, товщини і твердості матеріалу.

Спосіб кріплення електричного дриля змінюється залежно від типу дриля і його розмірів, але принципової відмінності в конструкції свердлильного верстата немає.

Токарний верстат виготовити самому важко, але при наявності певних навичок і з допомогою дорослих — можна.

На мал. 38,*а* показано загальний вигляд саморобного токарного верстата, на мал. 38,*б* — його станину, а на мал. 38,*в* — деталі і вузли. На такому токарному верстаті можна точити деталі з дерева і пластмаси, а при наявності різців — з м'яких металів.

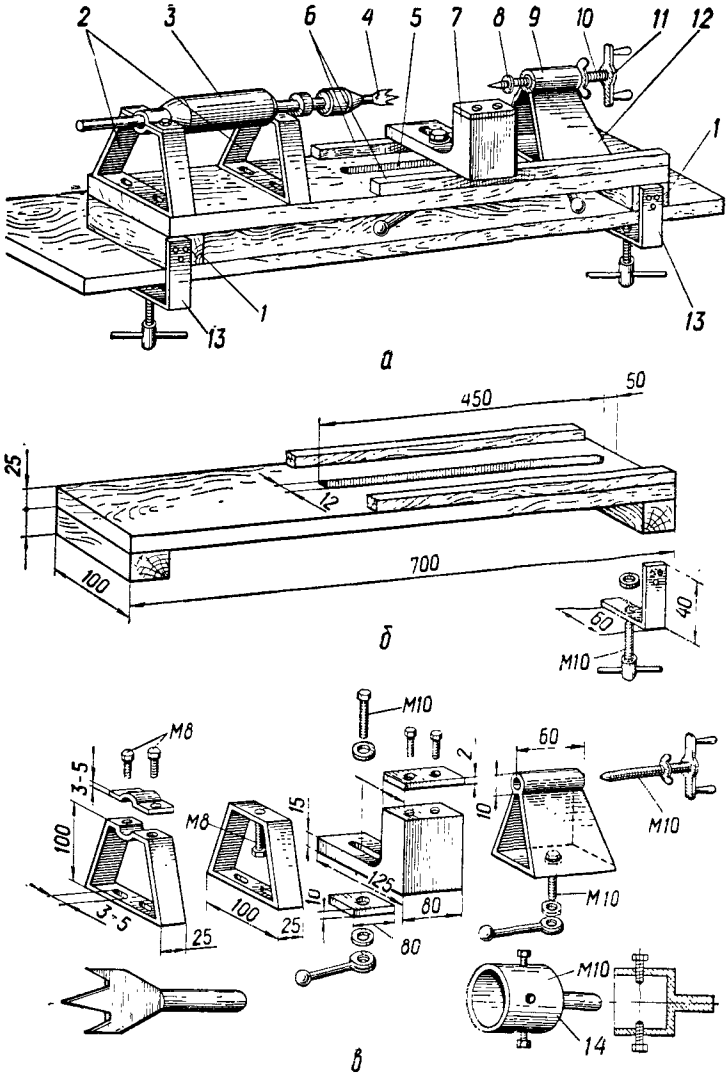
Основною частиною верстата є електричний дриль ИЭ1008. Виготовляють верстат з дерева і металу.

Станину (мал. 38,*б*) роблять з дошки твердої породи, розмірами 700×100×40 *мм*. До всіх боків станини прибивають цвяхами бруски — опори *1*, довжина яких дорівнює ширині станини, тобто 100 *мм*, переріз — 40×40 *мм*. Дві напрямні рейки *6* перерізом 10×10 *мм* мають довжину 450 *мм* і виготовляються з такої самої деревини. Рейки прикручують до станини шурупами. Поверхня рейок має бути гладенько відшліфована дрібнозернистою шкуркою.

Між рейками на середині станини роблять наскрізний проріз *5* завширшки 12 *мм*, через який проходять затискні гвинти М 10. З лівого боку станини встановлюють і закріплюють нерухомо передню бабку *2*, а з правого — задню бабку *12*, яку можна пересувати вздовж напрямних рейок. Упор для різця *7* також пересувається по цих рейках у двох напрямах і його можна встановлювати під кутом 45° до осі оброблюваної деталі.

На передній бабці *2* встановлюють електричний дриль *3*, який за допомогою металевих хомутиків і гайок прикріплюють до трапецієвидних металевих кронштейнів, які утворюють передню бабку.

Задня бабка *12* складається з трьох, скріплених між собою, пластин, і привареної до них гайки *9*. У гайку входить гвинт з баранчиковою гайкою *10*. На одному



Мал. 38. Саморобний токарний верстат:

1 — бруски (опори); *2* — передня бабка; *3* — електричний дриль (малогабаритний); *4* — тризуба вилка; *5* — проріз в станині; *6* — напрямні рейки (2 шт.); *7* — упор для різця; *8* — гвинтовий патрон; *9* — гайка задньої бабки; *10* — гвинт з баранчиковою гайкою; *11* — рукоятка задньої бабки; *12* — задня бабка; *13* — металеві кронштейни з гвинтовими затискачами для закріплення верстата до стола; *14* — циліндричний затискач.

кінці гвинта поміщають гвинтовий патрон *8*, а на другому — рукоятку *11*.

У патрон дриля замість свердла вставляють тризубу вилку *4* або циліндричний затискач *14*. Користуються цими пристроями залежно від того, який матеріал обробляється і яку форму має оброблювана деталь.

Встановлюючи передню і задню бабки, необхідно точно вивірити збіг осей дриля і гвинта задньої бабки.

Упор для різця виготовляють з дерева або пластмаси, а на верхній і нижній його частині закріплюють шурупами металеві пластини товщиною 2 *мм*.

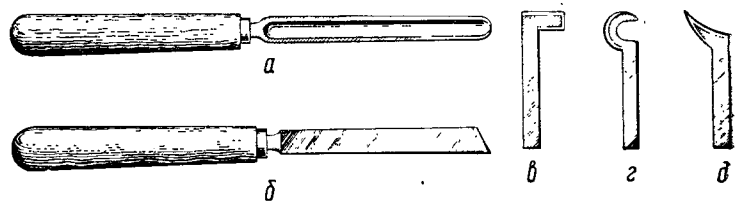
Задня бабка *12* і упор *7* закріплюються у вибраному положенні затискачами, які складаються з болта, шайби і ручки з гвинтовою нарізкою.

Верстат прикріплюють до стола чи верстака металевими кронштейнами *13*, з'єднаними з станиною шурупами, а з столом — гвинтом і гайкою з рукояткою.

Розміри верстата (мал. 38) можуть коригуватись у процесі його виготовлення, оскільки вони залежать від типу електричного дриля і розмірів тих деталей, які мають бути виготовлені на цьому верстаті.

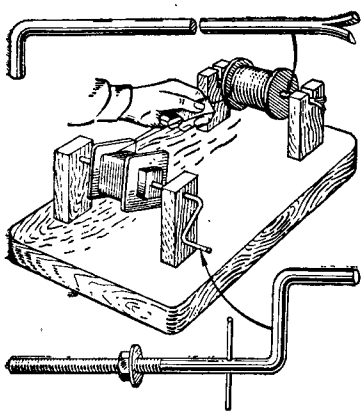
Для роботи на токарному верстаті треба мати набір спеціальних інструментів (мал. 39).

Навчитись працювати на токарному верстаті краще під керівництвом кваліфікованого токаря, а не за коротким описом. Проте все-таки вкажемо основні прийоми роботи на токарному верстаті. Спочатку беруть грубо оброблений кусок деревини чи блок пластмаси з деяким припуском на обробку і закріплюють його між перед-



Мал. 39. Набір спеціальних інструментів:

а — стамеска півкругла для грубої обробки деталей; *б* — стамеска плоска для чистової обробки; *в, г, д* — виточки для обробки внутрішніх порожнин деталей.



Мал. 40. Найпростіший намотувальний верстат.

ньою і задньою бабками. Потім встановлюють упор так, щоб відстань від його верхньої площини до оброблюваної деталі була 20—30 *мм*. Після цього обточують деталь півкруглою стамескою (мал. 39,*а*). Не знімаючи деталі з верстата, слід розмітити її гострим інструментом і обточити плоскою стамескою (мал. 39,*б*). У процесі чистової обробки деталь заміряють лінійкою, кутником, кронциркулем і мірними шаблонами, залежно від того, що треба перевірити — прямі лінії чи діаметр.

Після закінчення обробки підрізають і заокруглюють торці, а потім відрізають деталь від припуску, на якому вона трималась.

Під час обробки порожнистих форм болванку закріплюють на передній бабці і виточують внутрішню частину деталі, а потім закріплюють деталь між передньою і задньою бабками і обточують із зовнішнього боку.

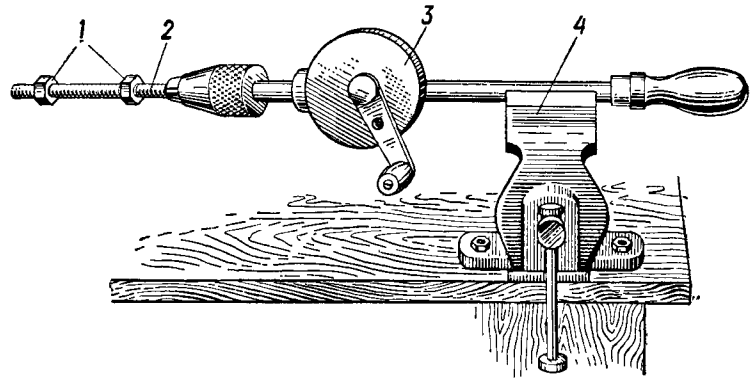
Під час перевірки розмірів внутрішньої частини деталі користуються лінійкою, нутроміром і штангенциркулем.

Намотувальний верстат потрібний кожному, хто займається радіоелектронікою. Конструкція такого верстата (мал. 40) проста і не потребує додаткових пояснень.

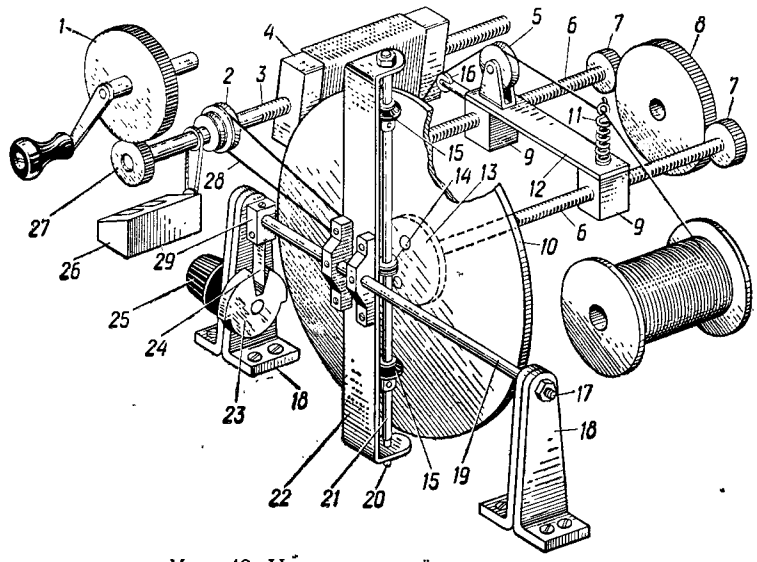
Замість намотувального верстата можна використати дриль, як показано на мал. 41.

Більш складний і разом з тим досконаліший намотувальний верстат зображено на мал. 42. На цьому верстаті можна намотувати котушки з найбільшою довжиною ряду 155 *м* проводом діаметром від 0,09 до 0,5 *мм*.

Працює верстат так. Рукояткою ручного привода через прискорюючу передачу *1* і *27* обертання передається на робочу вісь *3*, на якій встановлено каркас *4* намотувальної котушки. Вісь *3* і вісь *21* роликів фрикціона *15* зв'язані гумовим пасиком *28* через шківи *2* і *14*.



Мал. 41. Намотуваиня котушок за допомогою дриля:
1 — гайки для закріплеиия шаблоиу чи каркаса; *2* — стержень з різьбою; *3* — ручний привід дриля; *4* — лещата.



Мал. 42. Намотувальний верстат:
1 і *27* — зубчасті шестерні прискорюючої передачі; *2* — шків двоступінчастий; *3* — вісь котушки; *4* — каркас котушки; *5* — блок; *6* — напрямні (2 шт.); *7* і *8* — зубчасті шестерні (3 шт.) вузла укладальника; *9* — повзуни (2 шт.); *10* — диск фрикціона; *11* — вита пружина; *12* — планка з'єдиувальна вузла укладальника; *13* — фланець; *14* — шків вузла фрикціона; *15* — ролики фрикціона (2 шт.); *16* — поводок укладальника; *17* — підшипник вузла фрикціона; *18* — стояки вузла диска (2 шт.); *19* — вісь перемикача; *20* — гвинт підшипника вузла фрикціона; *21* — вісь фрикціона; *22* — скоба-стояк вузла фрикціона; *23* — диск фігурний; *24* — пружина перемикача напряму каретки; *25* — рукоятка перемикача; *26* — лічильник кількості витків; *28* — пасик; *29* — затискач пружини.

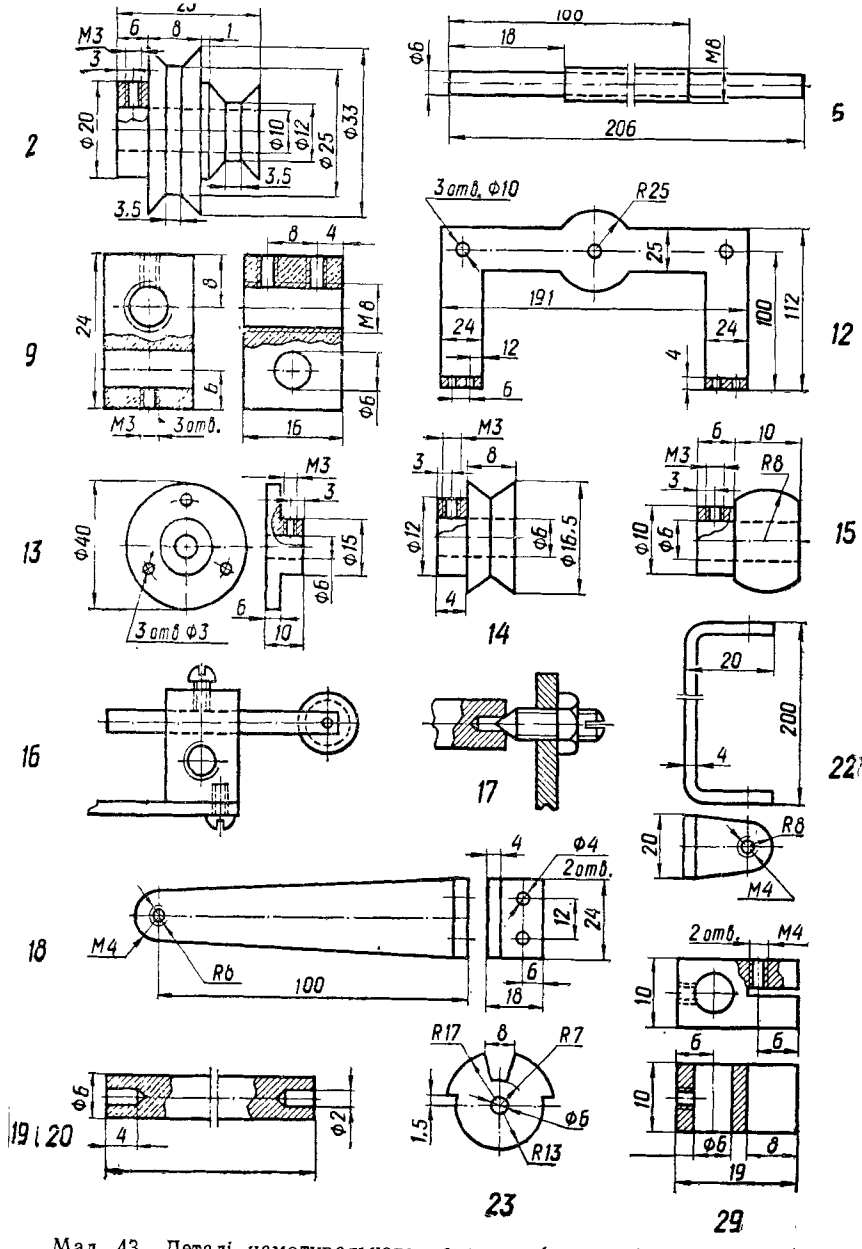
Шків *2* двоступінчастий, завдяки чому можна змінювати загальне передаточне число в 2,1 раза і укладати провід у два діапазони: 0,09—0,24 і 0,2—0,5 *мм*.

Переставляючи ролики *15* по осі *21*, можна плавно змінювати передаточне відношення. Чим далі від центра диска *10* встановлені ролики *15*, тим повільніше обертається диск *10* і відповідно на менший крок пересувається каретка укладальника. Каретка складається з двох гайок-повзунків *9*, з'єднувальної планки *12*, блока *5*, поводка укладальника *16* з блоком на кінці і пружини *11* для натягання провода під час намотування. Каретка переміщується вздовж двох напрямних *6*, які мають різьбу М8. Напрямні обертаються синхронно завдяки зубчастій передачі, яка складається з шестерень *7* і *8*.

Змінюючи напрям обертання диска *10*, притискаючи до нього верхній або нижній ролик фрикціона *15*, можна змінювати напрям переміщення каретки укладальника. Напрям обертання диска змінюють повертанням рукоятки *25* на 180°. При цьому фігурний диск, повертаючись, штовхає кінцем вирізу плоску пружину *24* і фіксує її в установленому положенні. Пружина повертає вісь *19* і жорстко зв'язану з нею скобу *22* з віссю фрикціона *21*.

Деталі і вузли намотувального верстата частково можна виготовити своїми руками, а частково треба використати готові. Так, вузлом ручного привода може бути вузол зубчатої передачі з рукояткою від індуктора старого телефонного апарата системи МБ. Лічильником може бути механізм від старого електричного лічильника. Інші деталі потрібно зробити самому за мал. 43. Розмір осі *19*—185 *мм*, а осі *21*—195 *мм*.

Під час складання намотувального верстата треба звернути увагу на те, щоб не було люфта осей, напрямних і блока на кінці поводка укладальника. Осі *3* і *19*, напрямні *6* повинні знаходитись на одному рівні, а шків *14* розміщуватись точно проти центра диска *10*. Ролики *15* у нейтральному положенні мають бути віддалені від поверхні диска *10* на 3—5 *мм*.



Мал. 43. Деталі намотувального верстата (нумерація зберігається та сама).

IV. ВИМІРЮВАННЯ І ПРИЛАДИ ДЛЯ ВИМІРЮВАНЬ

1. ВИМІРЮВАЛЬНІ ІНСТРУМЕНТИ

Виконувати монтажні роботи без вимірювального інструменту неможливо. Виготовлення деталей, складання вузлів і монтаж зв'язані з точними вимірюваннями.

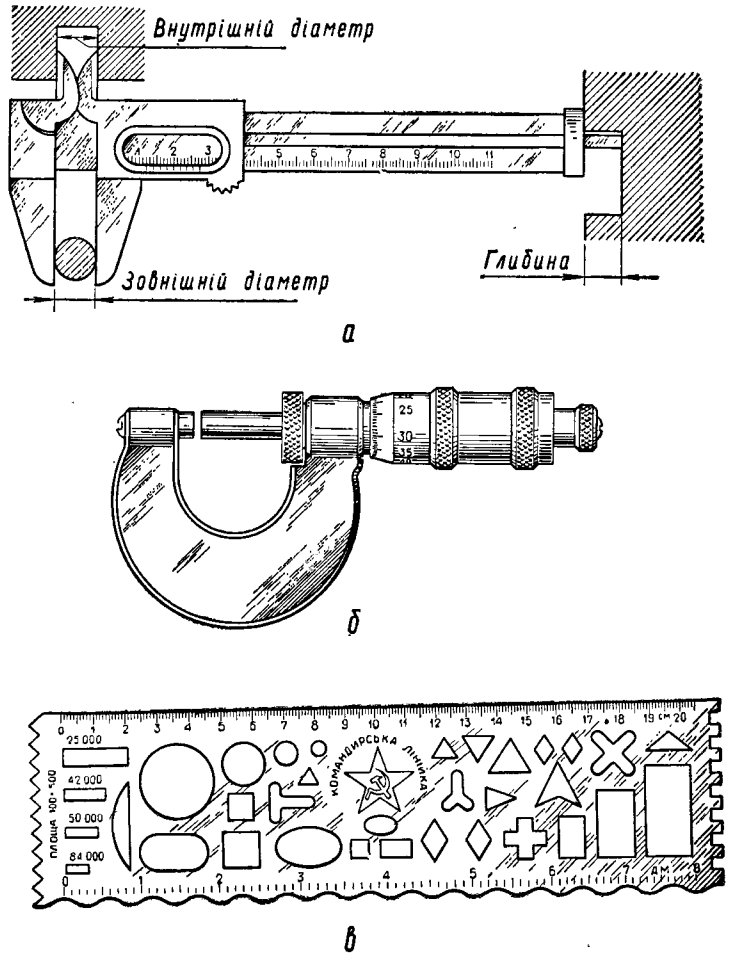
Найпростішим і найнеобхіднішим вимірювальним інструментом є *лінійка*. Для роботи найзручнішими є металеві лінійки з сантиметровими і міліметровими поділками. Їх використовують для розмічання шасі, панелей, ящиків і т. д. Крім жорсткої стальної лінійки, треба мати гнучку стальну лінійку — *рулетку*. Для розмічальних робіт, крім лінійки, треба мати косинці креслярського типу з міліметровими поділками. Найзручнішими і практичними є алюмінієві і пластмасові косинці (дерев'яні дуже ламкі). Для зручності слід мати два косинці: з довжиною найбільшого катета 250 і 150 *мм*. Вони потрібні для проведення паралельних ліній під час креслення і розмічання на металі, дереві і пластмасі.

Дуже потрібним вимірювальним інструментом є *циркуль креслярський*, яким можна описувати кола радіусом до 220 *мм*. Він повинен мати дві надставки: олівцеву для обкреслювання кіл на папері і з міцним вістрям для металу.

Універсальним вимірювальним інструментом є *штангенциркуль*. Ним можна користуватись для вимірювання з практично достатньою точністю довжини, внутрішнього і зовнішнього діаметрів та глибини (мал. 44,*а*).

Дуже точні вимірювання (з точністю до сотих частин міліметра) зовнішнього діаметра і товщини у межах до 20 *мм* можна виконувати мікрометром (мал. 44,*б*).

Якщо немає мікрометра або штангенциркуля, то діаметр проводу чи дротини приблизно можна визначити так. Зачищений від ізоляції провід щільно, виток до витка, намотують на відрізок олівця довжиною 1 *см*, відміряють лінійкою точно цей сантиметр і підраховують кількість витків. Поділивши довжину намотки на одержане число, дістають діаметр проводу.



Мал. 44. Вимірювальні інструменти.

З конструкторською роботою нерозривно зв'язане складання і креслення схем і малюнків деталей. Робити це треба акуратно. В неохайно накресленій схемі важко розібратись і, крім того, легко може бути допущена помилка. Для креслення схем, крім лінійок, косинців і циркулів, дуже корисні так звані «офіцерські» лінійки —

трафарети (мал. 44, *в*). Хоч вони розроблялись не для креслення електричних схем і механічних деталей, але все-таки допомагають креслити красиво і акуратно. На такій лінійці (їх існує кілька типів) завжди можна знайти виріз, які підходять для зображення елементів схем, форми деталей.

Останнім часом почали випускати спеціальні лінійки-трафарети для електричних і радіоелектронних схем. Такі трафарети корисно мати юному техніку.

З вимірювальними інструментами треба поводитися дбайливо і зберігати в окремих футлярах і коробках, а перед кожним вимірюванням перевірити, чи точно на нулі стоять щільно зсунуті між собою ніжки штангенциркуля, чи загвинчений барабан мікрометра і т. д. Після роботи вимірювальні інструменти треба чистити і злегка змащувати білим технічним вазеліном.

2. ВИМІРЮВАЛЬНІ ПРИЛАДИ

Крім вимірювальних інструментів, юному техніку треба мати хоч би найпростіші вимірювальні прилади для вимірювання електричних величин. Найчастіше користуються комбінованим приладом — авометром типу ТТ-1 або ТЛ-4, але деякі прилади можна виготовити самому і вимірювати ними необхідні величини чи перевіряти справність деталей та вузлів.

Пробник із стрілочним вимірювальним приладом. Для виготовлення такого пробника можна використати будь-який міліамперметр чи мілівольтметр постійного струму, але краще взяти високочутливий магнітоелектричний міліамперметр, оскільки ним можна визначати обриви в колах з великими опорами.

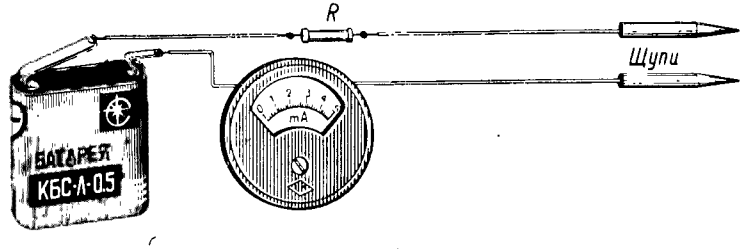
Перед тим як використати прилад для пробника, треба його перевірити. Для цього до однієї з клем міліамперметра приєднують вивід постійного резистора, опір якого 100 *ком*, а до другої клеми і другого виводу резистора — батарейку від кишенькового ліхтаря. Якщо після цього стрілка приладу не відхилятиметься або відійде вліво за «нуль» шкали, то це значить, що порушена полярність і слід поміняти місцями виводи батарейки.

Щоб не зіпсувати прилад, до нього не можна приєднувати батарейку без додаткового опору. Величина опору резистора повинна бути такою, щоб стрілка приладу відхилялась на всю шкалу, але не «зашкалювала».

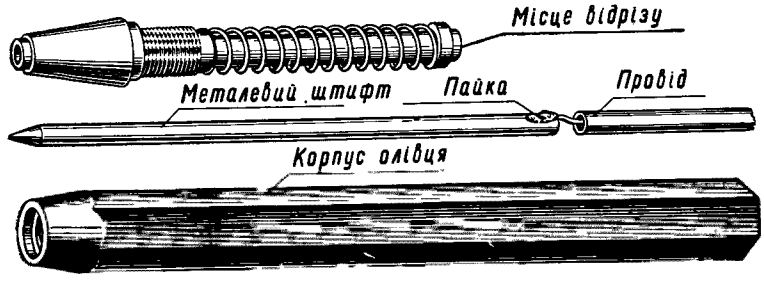
Вдало підібраний прилад найбільш чутливий, тобто такий, у якого стрілка під час вмикання батареї (через резистор) дає значне відхилення. Чим менша чутливість стрілочного приладу, тим менше можливостей для використання пробника. Так, якщо стрілка приладу не дає помітного відхилення після під'єднання до нього батареї з резистором в 200 *ком*, то не можна виконувати повної перевірки напівпровідникового діода, а також опорів резисторів та опорів кіл понад 200 *ком*.

Складають пробник на панелі з гетинаксу, текстоліту або іншого ізоляційного матеріалу. Схему з'єднання зображено на мал. 45, а порядок розміщення на панелі можна визначити самому, оскільки це розміщення не має принципового значення.

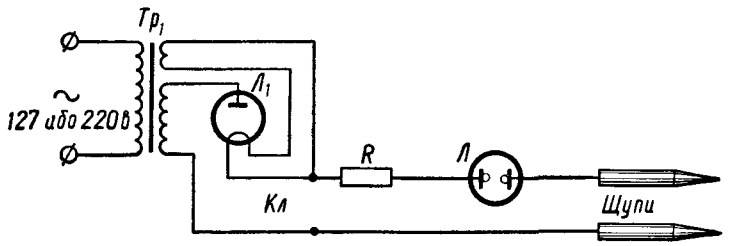
Вимірювання виконують за допомогою щупів, які теж можна зробити самому із старого цангового олівця (мал. 46). Для цього олівець розбирають. Від порож-



Мал. 45. Пробник з вимірювальним приладом.



Мал. 46. Саморобний щуп.



Мал. 47. Принципова електрична схема пробника на неоновій лампочці.

нистої металевої трубки відпилюють 2/3 її довжини, а потім олівець складають. До мідного або латунного прутка діаметром 1,5 *мм* припаюють провід, як показано на мал. 46. Кінець прутка загострюють, а потім вставляють у корпус цангового олівця замість стержня.

Пробник без стрілочного приладу. Якщо немає змоги придбати стрілочний прилад, то як індикатор можна використати неонову лампочку *Л* типу МН-3. Такий пробник може живитись як від батареї, так і від електричної мережі. Схему пробника на неоновій лампочці зображено на мал. 47. За допомогою цього пробника можна перевіряти перед монтажем придатність деталей. Щоб перевірити справність конденсатора, треба приєднати його до клем *Кл* пробника, а щупи замкнути між собою. Якщо конденсатор справний, лампочка-індикатор не світитиметься. При цьому слід мати на увазі, що, коли перевіряють конденсатори великої ємності (від 0,1 *мкф* і більше), в перший момент неонова лампочка спалахне, а потім (після зарядки конденсатора) погасне.

Опір резистора можна визначити тільки наближено. Роблять це так. До клем *Кл* по черзі під'єднують резистор, який перевіряють, і резистор-еталон, тобто з уже відомим опором. Якщо яскравість світіння індикатора в обох випадках однакова, то можна вважати, що величини опорів цих резисторів теж однакові. Цей спосіб визначення опорів придатний для резисторів, що мають опір не більш як 10 000 *ом* (10 *ком*).

Відшукання обриву в котушці контура або трансформатора, а також у проводах, що з'єднують елементи схеми, грунтується на тому, що відсутності обриву в котушці відповідає повне світіння лампочки. Якщо котушку перевіряють у монтажі, то від схеми відпаюють один з виводів котушки, оскільки коло пробника може замкнутися і по паралельному колі схеми.

Перевірка електронних ламп на замикання між електродами принципово нічим не відрізняється від попередніх перевірок. Проте слід мати на увазі, що таку перевірку можна виконувати тільки після того, як лампу вийняли з панелі і охолодили до нормальної температури. Обрив нитки розжарювання лампи також легко виявити описаним пробником. Так, якщо при замиканні електродів неонова лампочка світитиметься, то в разі обриву світіння не буде. Перевіряючи лампи, треба знати їхню цоколівку, тобто слід знати, яка ніжка лампи з яким електродом з'єднана.

Клемами можуть бути кінці проводів з напаяними на них лабораторними затискачами типу «Крокодил». Це дасть змогу надійно приєднати провід до досліджуваної точки монтажу або до пробника деталь, що перевіряють.

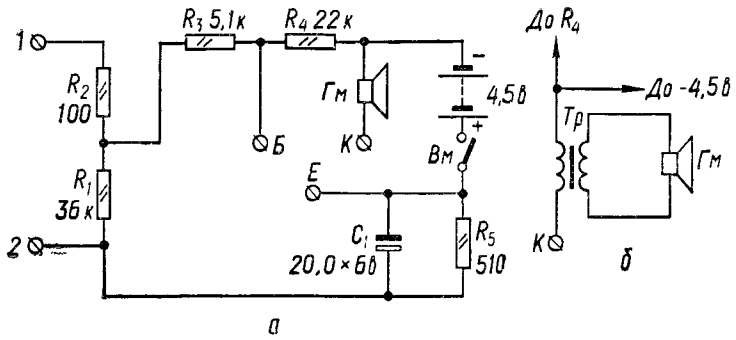
Слід пам'ятати, що деталі, які перевіряються, мають бути розраховані на напругу, не нижчу за ту, якою живиться пробник.

Конденсатори ємністю від 1 *мкф* і більше після перевірки треба розрядити, оскільки в них може зберігатися залишковий заряд.

На мал. 47 зображено принципову електричну схему пробника з ламповим випрямлячем. Цю схему можна замінити будь-якою схемою випрямляча на селенових або напівпровідникових приладах.

Прилад для перевірки транзисторів. Складаючи електричні схеми на транзисторах, що неминуче в аматорській практиці, оскільки напівпровідникові прилади загально визнані і вигідно відрізняються від електричних ламп, неодмінно доводиться перевіряти застосовувані транзистори. Це спричиняється не тільки можливими сумнівами про їх якість і працездатність, а й необхідністю підібрати транзистори за їх основною якістю, а саме за коефіцієнтом підсилення β. Пропонований прилад дає змогу визначити цю якість транзистора.

На мал. 48, *а* наведено принципову електричну схему цього приладу. Працює прилад так. До гнізд *Б*, *К*, *Е* приєднують своїми виводами відповідно базу, колектор та емітер транзистора, що перевіряють. До клем *1* і *2*



Мал. 48. Прилад для перевірки транзисторів:
а — принципова електрична схема (безтрансформаторна); *б* — трансформаторний варіант тієї самої схеми.

під'єднують сигнал від розетки радіотрансляційної мережі. За допомогою подільника напруги, складеного на резисторах R_1 і R_2, цей сигнал дуже послаблюється (приблизно в 30 раз). Якщо транзистор має великий коефіцієнт підсилення, то в гучномовці буде чути радіопередачу, за якою можна робити висновки про підсилювальні якості транзистора, що перевіряють.

Живиться прилад від однієї батарейки до кишенькового ліхтарика, гучномовцем може бути капсуль ДЕМШ або гучномовець типу ДЕМ-4М. Проте можна використати будь-який гучномовець від транзисторного приймача типу 0,1ГД-3, 0,1-ГД6 та ін. У цьому випадку його слід увімкнути через вихідний трансформатор від транзисторного приймача, в якому застосовано такий самий гучномовець (мал. 48, *б*).

V. РОБИ ВСЕ САМ

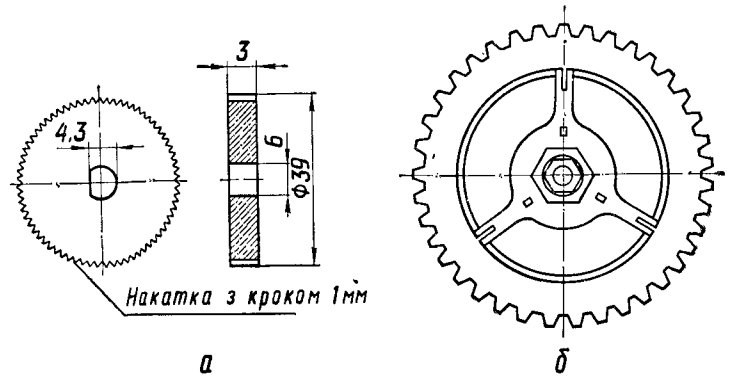
Не завжди можна придбати те, що терміново потрібно юному техніку. Крім того, дуже цікаво зробити своїми руками такі вузли і деталі, які продаються, але коштують дорого.

Навчившись робити своїми руками описані в цьому розділі предмети, ви поступово самі зможете конструювати і виготовляти те, чого не знайдете в цій книжці.

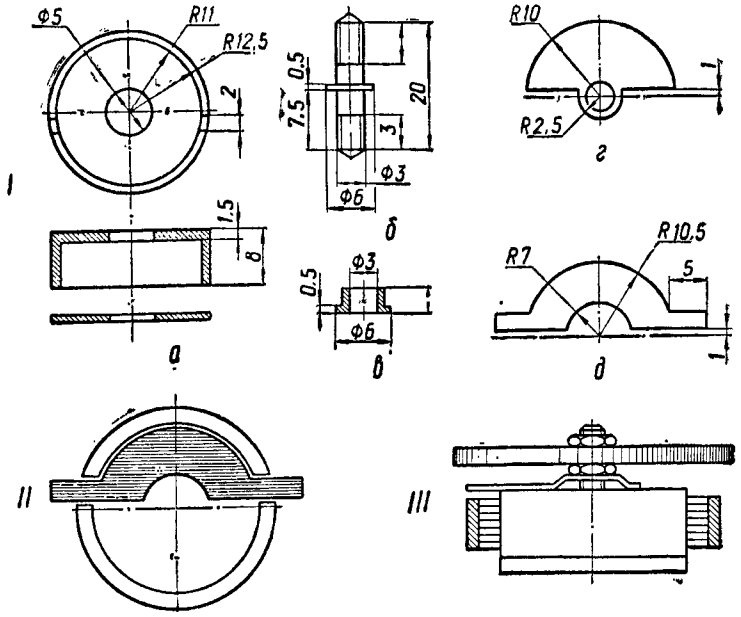
Конденсатор змінної ємності є одним з основних вузлів будь-якого радіомовного приймача, в тому числі і транзисторного кишенькового приймача. Таким конденсатором може бути підстроювальний конденсатор типу КПК-2 або КПК-3 з межами регулювання ємності від 25 до 150 *пф*. Щоб зручно було настроювати приймач, до конденсатора прилаштовують диск, вирізаний з оргскла завтовшки 1,5—2,2 *мм* або з іншої листової пластмаси. Складений конденсатор зображено на мал. 49.

Конденсатор змінної ємності можна повністю зробити самому. Креслення основних деталей саморобного конденсатора показано на мал. 50-*І*. Його корпус *а* виготовлений з оргскла, вісь ротора *б* і втулка для неї *в* — з латуні. Пластини ротора *г* і статора *д* — з мідної фольги завтовшки 0,1 *мм*. Для конденсатора треба мати 8 роторних і 10 статорних пластин. Пластини виготовляють за допомогою металевого шаблона або випилюють лобзиком. Поверхня пластин має бути рівною, а їхні ребра без задирок. Крім згаданих деталей, треба виготовити 16—20 шайб з діелектрика і 7—з латуні. Як діелектрик можна застосувати целулоїд, целофан, стирофлексну або фторопластову плівки завтовшки 0,04—0,06 *мм*. Зовнішній діаметр цих шайб 21 *мм*, внутрішній — 5,5 *мм*. Для латунних шайб використовують листовий матеріал завтовшки 0,3—0,33 *мм*, їх внутрішній діаметр — 3 *мм*, зовнішній — 5 *мм*.

Виготовивши необхідні деталі, складають конденсатор. Спочатку складають ротор. Для цього, затиснувши кінець осі *б* в лещатах, на неї надівають роторну плас-



Мал. 49. Конденсатор змінної ємності з КПК:
а — диск; *б* — конденсатор КПК-2 у складеному вигляді.



Мал. 50. Саморобний конденсатор змінної ємності з твердим діелектриком.

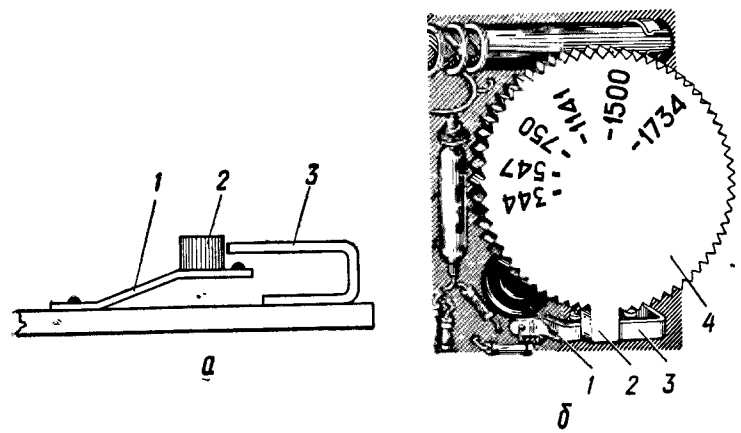
тинку *г*, одну латунну шайбу і дві шайби діелектрика. Цей цикл складання повторюють 8 раз (в процесі складання ротора вісь треба трохи змазувати клеєм БФ-2). Складений пакет статорних пластин стягують гайкою, при цьому стежать за тим, щоб пластини не зміщувались, а їхні ребра були на одному рівні. Після цього між шайбами діелектрика прокладають пластини статора і готову конструкцію поміщають у корпус *а*. Бокові виступи статорних пластин повинні увійти в напрямні прорізи корпуса (мал. 50-*II*).

На вільний кінець осі надівають пружинячий контакт від керамічного підстроювального конденсатора і затягують його гайкою так, щоб ротор мав плавний легкий хід обертання. Після цього на вісь надівають диск настроювання з органічного скла і закріплюють його гайкою. Поставивши ротор конденсатора в положення максимальної ємності, торці статорних пластин, що виступають з корпуса, акуратно припаюють один до одного. Конструкцію конденсатора змінної ємності показано на мал. 50-*III*.

Склавши конденсатор, треба впевнитися в тому, що немає короткого замикання між пластинами статора і ротора. Максимальна ємність конденсатора залежно від застосованого діелектрика може бути в межах 450—500 *пф*, а мінімальна — 5—10 *пф*. Таке велике перекриття щодо ємності дає змогу перекрити без перемикання середньохвильовий і довгохвильовий діапазони.

Вимикач є неодмінною приналежністю кожного радіомовного приймача. На мал. 51, *а* наведено загальний вигляд такого вимикача, а на мал. 51, *б* його місце на монтажній схемі. Вимикач складається з двох контактних пружин, які розмикаються під час вимикання приймача виступом, що є на диску конденсатора змінної ємності. Конструкція зрозуміла з мал. 51, *а*. Пружинячий контакт *1* виготовляють з фольги фосфористої бронзи завтовшки 0,2—0,3 *мм*, а контакт *3* — з латуні завтовшки 0,5—0,8 *мм*. Виступ *2* — з оргскла або іншого ізоляційного матеріалу.

Феритові кільця найчастіше застосовуються як осердя для високочастотних контурних котушок і трансформаторів. Такі кільця не завжди можна купити. Проте



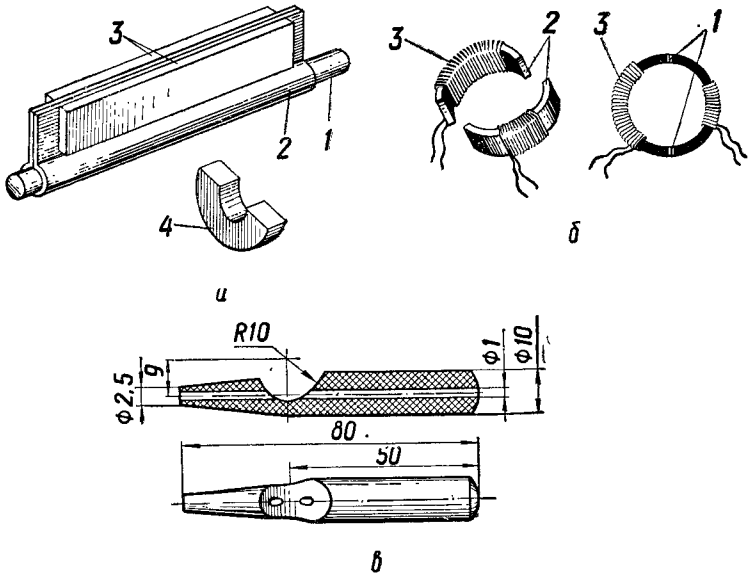
Мал. 51. Вимикач батареї живлення для кишенькового приймача: *1* — пружинячий контакт; *2* — виступ на диску; *3* — другий контакт вимикача; *4* — диск змінного конденсатора.

їх можна виготовити самому із стандартних феритових стержнів. Для цього від стержня відкушують гострозубцями кружечок завтовшки 4—5 *мм* і за допомогою наждачного паперу обробляють його торцеві поверхні. Потім кружечок розколюють на дві рівні половинки. Одну з них затискують у лещатках і обробляють до форми півкільця. Як інструмент застосовують кусок дроту діаметром 2,0—2,5 *мм* і завдовжки 100 *мм*, обгорнутий одним шаром наждачного паперу (мал. 52, *а*).

Щоб довести отвір до потрібного діаметра, треба обгорнути дріт кількома шарами паперу, або взяти дріт більшого діаметра. Так само обробляють і другу половинку кільця.

Готові півкільця склеюють клеєм БФ-2, стягують дротом і прогрівають протягом 15—20 *хв* при температурі 80—100°С. На виготовлення кільця описаним способом затрачають близько 1—1,5 *год*.

Контурні котушки і трансформатори ВЧ часто намотують на феритові кільця. Перед намотуванням кільце



Мал. 52. Намотування котушок на феритові кільця:
а — саморобні фернтові кільця: *1* — дріт; *2* — наждачний папір; *3* — планки; *4* — готові півкільця; *б* — намотування котушок на фернтові півкільця: *1* — місце склеювання; *2* — феритові півкільця; *3* — намотка; *в* — човник для намотування котушок на феритове кільце.

розколюють на дві половинки і намотують на кожну половинку стільки витків, скільки треба за описом або схемою приймача. Якщо ви скористалися саморобними кільцями, описаними вище, то їх просто не треба склеювати до намотування. Колова намотка по всій площині кільця недопустима, оскільки може викликати шкідливі зв'язки, від яких позбутися буває дуже важко. Крім того, намотувати провід на півкільце завжди простіше, ніж на ціле кільце. На мал. 52, *б* показано порядок намотування на феритовому півкільці.

Якщо потрібно намотати котушку на цілому кільці, рекомендується застосовувати спеціальний човник (мал. 52, *в*) з оргскла, ебоніту, текстоліту або іншого матеріалу, який легко обробляється.

Обмотувальний провід пропускають крізь отвір у тупому кінці човника. Під час намотування притискують провід великим пальцем правої руки у півкруглому вирізі, чим створюється необхідний натяг проводу, що забезпечує рівне і щільне його укладання.

Розміри човника можуть змінюватися залежно від розмірів осердя і котушки.

За допомогою човника можна не тільки намотувати котушки на кільце осердя, а й перемотувати або домотувати котушки трансформаторів і дроселів без їхнього розбирання.

Малогабаритні трансформатори НЧ надто складні для виготовлення. Особливо важко виготовляти каркас. Досі каркас для малогабаритного трансформатора був потрібний тому, що рядкову намотку тонким проводом (ПЭЛ 0,04—0,1) виконати важко, а намотку внавал без каркаса взагалі неможливо.

Пропонований спосіб виготовлення трансформаторів дає змогу обійтися без каркаса.

Перед тим, як намотувати трансформатор, треба заготовити деталі, зображені на мал. 53, *а, б, в*.

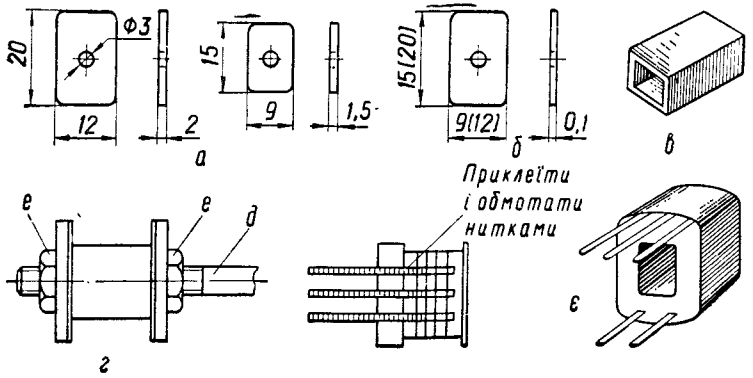
Щічки *а* можна виготовити з гетинаксу, прокладки *б* — з цупкого паперу, гільзу *в* потрібного розміру — також з паперу. Змазавши торці гільзи клеєм БФ-2, складають технологічний каркас котушки трансформатора *г* і закріплюють його на шпинделі *д* намотувального верстата. Намотуючи провід, щічки і обмотку періодично покривають клеєм БФ-2.

Не знімаючи готову котушку із шпинделя, заклеюють обмотку кількома шарами кабельного паперу і дають клею висохнути. Потім котушку знімають із шпинделя і приєднують до неї виводи з мідної фольги завтовшки 0,15—0,2 *мм*. Якщо фольги немає, можна використати і звичайний провід діаметром 0,41—0,6 *мм*.

Кінці обмоток припаюють до виводів, місця пайок змазують клеєм і накладають на верхній шар паперу, що вберігає обмотку від пошкодження (мал. 53, *є*). Потім, закріпивши виводи тонкою ниткою, обмотують котушки кількома шарами кабельного паперу і, обережно прогріваючи кінці виводів паяльником, доводять клей БФ-2 до полімеризації.

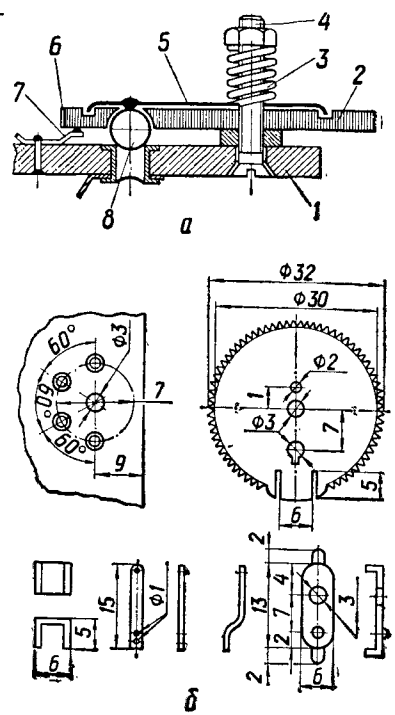
Після цього набирають осердя, і виготовлення трансформатора закінчується.

Перемикач діапазонів на чотири положення зображений на мал. 54. Цей перемикач дискового типу має таку конструкцію. В отвір на гетинаксовій платі *1* вставляють гвинт *4* і закріплюють гайкою. Зверху гайки на гвинт надівають диск *2* з оргскла, призначений для перемикання й керування перемикачем. Щоб диск не робив повного оберту, на ньому зроблено виступ. У прорізі виступу вставляють контактну скобу *6* з посрібленої латуні. У кожному робочому положенні перемикача скоба стикається з однією з трьох пар контактів *7*. Як



Мал. 53. Деталі малогабаритиого саморобного трансформатора НЧ: *а* — щічка; *б* — прокладка; *в* — гільза; *г* — технологічний каркас; *д* — шпиндель намотувальиого верстата; *е* — гайки шпинделя; *є* — складена котушка.

контакти можна використати контактні пружини старих реле. Кожне з чотирьох положень фіксується попаданням кульки *8* у заглибини в платі. Кульковий фіксатор закріплений в диску *2*. Щоб забезпечити надійний контакт, кульку притискують планкою *5*, що перебуває під дією пружини *3*.



Мал. 54. Перемикач діапазоиів: *а* — загальний вигляд; *б* — деталювання.

Гучномовець для кишенькового приймача теж можна виготовити самому, хоч це дуже складно. Крім того, зробити якісну магнітну систему юному техніку не під силу.

Останнім часом широкого застосування набули гучномовці, виготовлені з капсуля типу ДЭМШ-1, що являє собою електромагнітний гучномовець з так званою диференціальною магнітною системою. Застосування цих гучномовців у транзисторних малогабаритних приймачах має свої позитивні і негативні сторони. Всім гучномовцям цього типу властиві порівняно вузька смуга відтворення частот і значні частотні та нелінійні спотворення, особливо на низьких частотах. Проте це компенсується відносно високою чутливістю, можливістю працювати без вихідного трансформатора, конструктивною простотою і малою вагою.

Опір обмотки капсуля ДЭМШ-1 постійному струму близько 140 *ом*. Це дає можливість вмикати гучномовець, виготовлений з капсуля, без трансформатора. Схеми вмикання можна знайти в спеціальній літературі.

Гучномовець, виготовлений на базі капсуля ДЭМШ-1, складається з дифузоротримача, дифузора, контактної планки і контактів. На мал. 55 показано загальний ви-

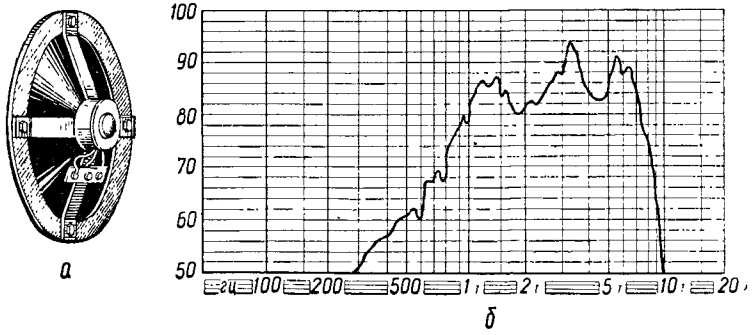
гляд (*а*) гучномовця з клеєним дифузором і його частотну характеристику (*б*), а на мал. 56 спосіб доробки капсуля і виготовлення дифузора і дифузоротримача.

Спочатку треба в мембрані капсуля зробити отвір. Для цього виготовляють дерев'яну або пластмасову паличку (мал. 56-*I*, *в*) діаметром 4,2 *мм*, затискують її в лещатах і поміщають капсуль на цю паличку так, як показано на мал. 56-*I*. Потім стальною голкою акуратно проколюють отвір у центрі мембрани. Діаметр цього отвору має бути не більш як 0,4 *мм*.

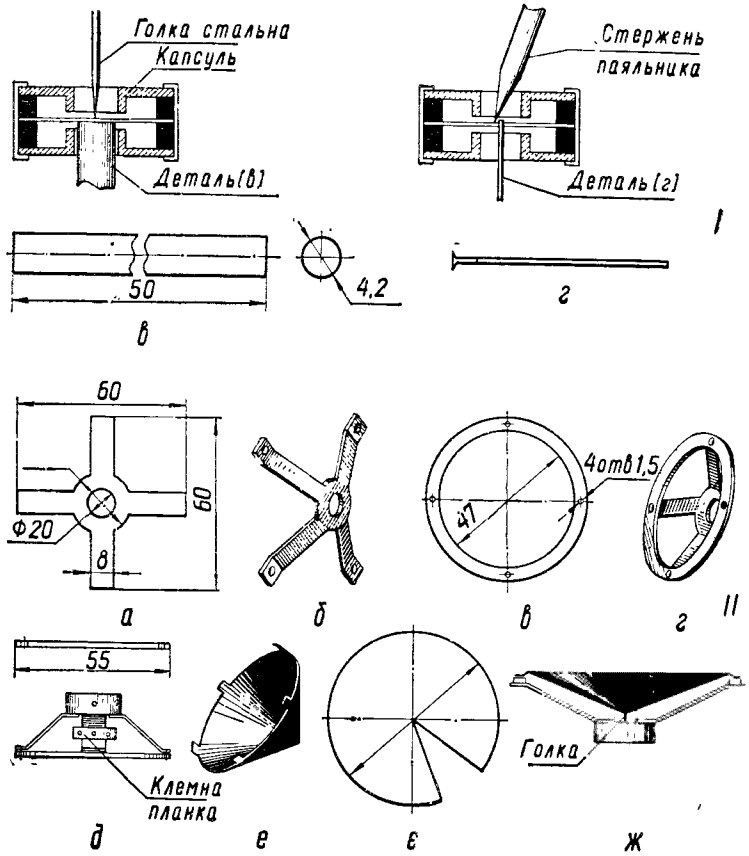
Після цього з мідного або латунного дроту роблять «голку», діаметр якої дорівнює діаметру отвору, зробленого в мембрані. На мал. 56-*I*, *г* зображено «голку» гучномовця в готовому вигляді. Її припаюють до мембрани, як показано на цьому малюнку.

Тепер якщо капсуль дороблений, можна приступити до виготовлення дифузора. Його можна вирізати з будь-якого цупкого паперу. Дифузор роблять так, як показано на мал. 56-*II*. Для цього варіанта виготовляють спрощений дифузоротримач у вигляді хрестовини з дюралюмінію завтовшки 0,4—0,6 *мм*. Крім того, треба вирізати кільця з цупкого електротехнічного картону. Кількість кілець залежить від товщини картону, оскільки товщина набору повинна становити 2,0 *мм*. Кільця можна вирізати з гетинаксу, текстоліту або оргскла завтовшки 1,5 *мм*.

Наступною операцією буде складання дифузоротримача. Для цього треба склеїти картонні кільця і приклеїти кільце до хрестовини, яку перед цим згинають



Мал. 55. Саморобний гучномовець.



Мал. 56. Технологічний процес виготовлення саморобного гучномовця:

I — підготовка капсуля ДЭМШ-1; *II* — процес виготовлення гучномовця; *а* — розкрій «хрестовини»; *б* — форма хрестовини після згинання; *в* — розкрій кілець; *г* — складальне креслення дифузоротримача; *д* — кріплення клемної планки на дифузоротримачі; *е* — дифузор у складеному вигляді; *є* — розкрій паперового дизуфора; *ж* — складений гучномовець.

так, як показано на мал. 56-*II*. Крім того, кільце треба акуратно приклепати до хрестовини невеликими заклепками.

До готового дифузоротримача також слід приклепати контактну планку з двома пелюстками або пістонами. Капсуль ДЭМШ-1 приклеюють клеєм БФ-2 або 88-Н до задньої виступаючої частини складеного дифу-

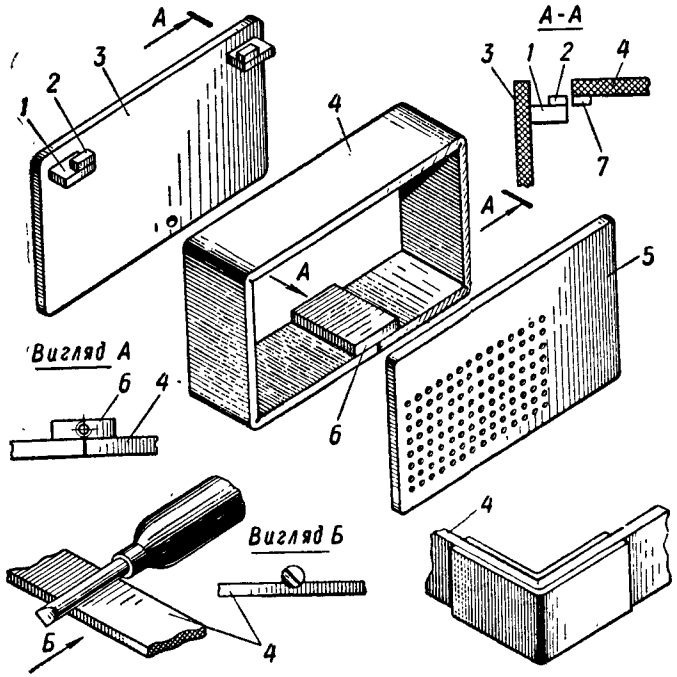
зоротримача так, як це показано на тому самому малюнку.

Крім гучномовця з клеєним дифузором, можна виготовити гучномовець з пресованим дифузором. Проте, оскільки виготовити дифузор і дифузоротримач для такого гучномовця важко, краще придбати готовий дифузор у магазині радіодеталей.

Корпус кишенькового транзисторного приймача можна виготовити з оргскла або з іншої пластмаси і навіть з дерева або картону.

Далі буде описано кілька способів виготовлення корпуса, щоб читач міг вибрати найбільш прийнятний для нього.

Один з простих і вдалих корпусів показано на мал. 57. Всі деталі корпуса виготовляють з оргскла або листового полістиролу. При цьому слід мати на увазі, що ширина заготовки має бути на 0,5—0,8 *мм* більшою від



Мал. 57. Виготовлення корпуса кишенькового приймача з оргскла.

необхідної, а довжина на 10—15 *мм* більшою від розрахункової. Найбільш підхожим вважається лист завтовшки 2—3 *мм*.

У місцях згинання матеріалу треба пропиляти паз круглим напилком діаметром 6—8 *мм* на 1/3 товщини. Перед тим як згинати, місце згинання нагрівають паяльником з прямим стержнем. Весь процес згинання описаний у розділі II «Обробка матеріалів».

Кінці зігнутого корпуса склеюють устик і для міцності приклеюють планку *6* з різьбовим отвором для гвинта, яким кріпиться нижня кришка *3*. Після цього корпус обпилюють напилком, шліфують наждачним папером і припасовують верхню *5* і нижню *3* кришки так, щоб вони щільно прилягали до корпуса.

Щоб нижня кришка трималася в корпусі, до неї приклеюють фіксатори *1* і *2*, а до бокових стінок корпуса — планки *7*.

Спосіб склеювання і рецептура клею були описані в розділі II цієї книжки.

Застосовують корпуси, які складаються з двох частин. У цьому варіанті їх або склеюють, або видавлюють, як було описано в розділі III.

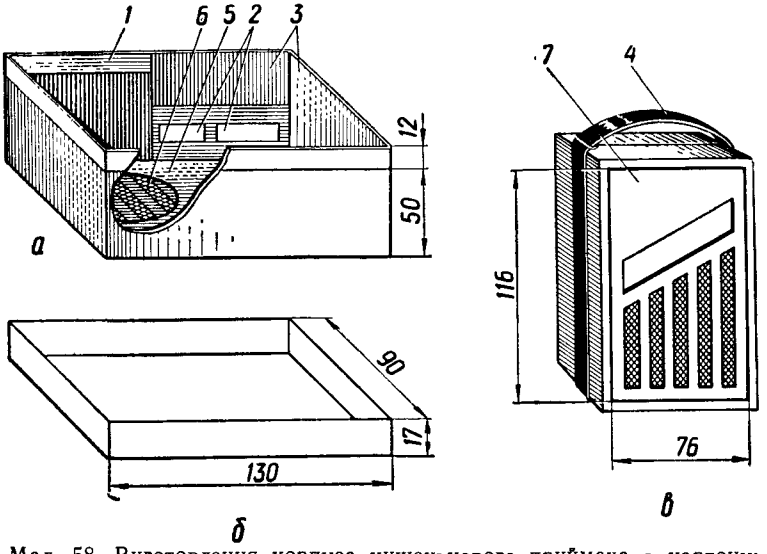
Пластмасовий корпус з двох частин з'єднують також за допомогою скоб.

Матеріалом для виготовлення корпуса кишенькового приймача можуть бути старі патефонні пластинки, бажано великі. Деталі з патефонних пластинок вирізують так само, як і з оргскла, а склеюють їх чистим дихлоретаном. Склеєний футляр обробляють спочатку крупнозернистим, а потім дрібнозернистим наждачним папером. Остаточне полірування виконують пастою ГОИ з маслом або зубним порошком, змоченим водою і нанесеним на сукно або повсть.

Так само шліфують і полірують оргскло, полістирол та інші пластмаси цієї групи.

Корпус з картону досить міцний і його також можна запропонувати юним технікам для виготовлення. На мал. 58 показано зовнішній вигляд та окремі частини корпуса з картону. Для його виготовлення придатний звичайний картон завтовшки 1,2—1,5 *мм*, що застосовують для палітурних робіт.

Виготовлення корпуса починають з розмітки за допомогою звичайного креслярського приладдя: лінійки,



Мал. 58. Виготовлення корпуса кишенькового приймача з картону: *а* — перша (передия) половина корпуса; *б* — друга (задня) половиіа корпуса; *в* — складений корпус; *1* — передня половиіа корпуса; *2* — вікна для дисків конденсатора змінної ємності і регулятора гучності; *3* — картонні смужки; *4* — ремінець для носіння приймача; *5* — вирізи для гучномовця, які закриваються драпірувальним матеріалом; *6* — картон з поперечними вирізами; *7* — передня панель.

косинця, циркуля, олівця. Лінії згинання злегка нарізують ножем (приблизно на 1/3 товщини картону) з таким розрахунком, щоб утворилась канавка, що дорівнює за шириною товщині картону. Канавку змазують клеєм БФ-2 і трохи просушують. Потім ті самі місця змазують ще раз клеєм, картон згинають і корпус зв'язують нитками. Бажано, щоб корпус сушився на попередньо виготовленій дерев'яній болванці, що дасть змогу уникнути перекосів і зминання ребер. Цим способом слід виготовити обидві половини корпуса. На одній з них в тому місці, де буде розміщений гучномовець, вирізують поздовжні отвори, які далі драпірують тканиною, як показано на мал. 58.

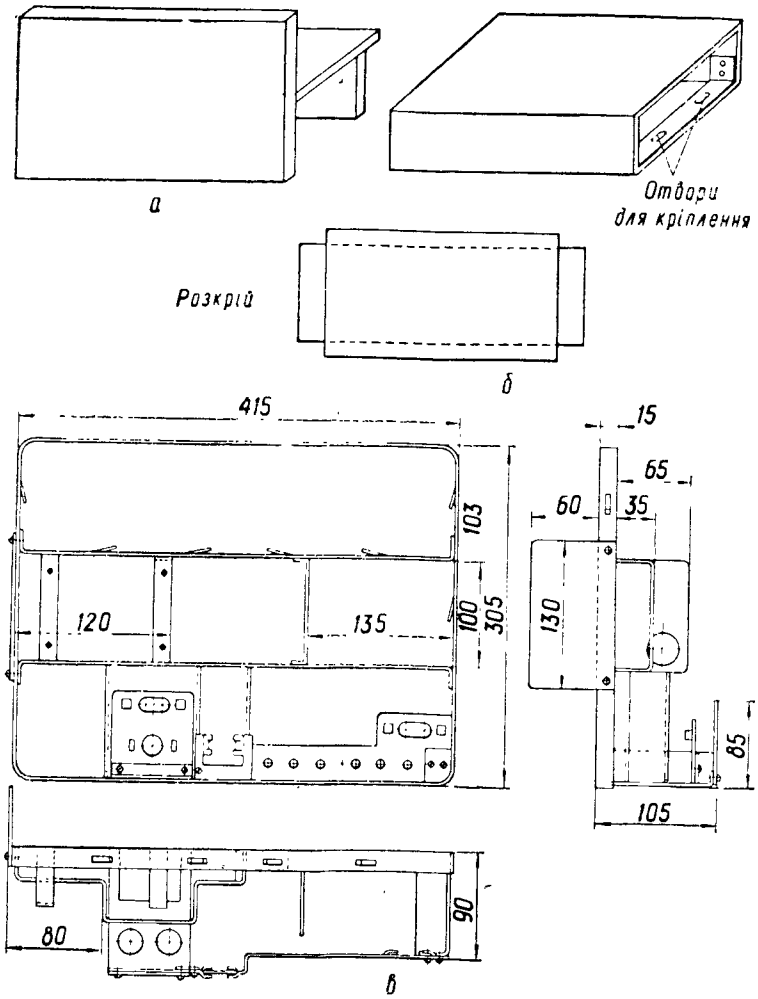
Щоб зробити передню стінку більш красивою, вістрям ножа або ножиць по її контуру роблять невелику канавку (завширшки 1,5—2,0 *мм* і завглибшки близько 0,5 *мм*), а також широку смужку, на якій при бажанні можна зробити який-небудь напис. Щоб корпус був міцним, зовнішню поверхню його бажано обклеїти будь-яким матеріалом, наприклад дерматином, батистом або простим ситцем. Зразу ж після обклеювання, до засихання клею, місця розміщення канавок на передній стінці обводять притупленим вістрям ножа або іншим інструментом. Після обклеювання картонного корпуса матеріалом передня стінка приймача буде ніби тиснена. На цій же половині корпуса вирізують вікна *2* для дисків конденсатора настроювання і регулятора гучності. Для забезпечення жорсткості передньої стінки в тому місці, де зроблені вирізи, в середину корпуса треба вклеїти кусок картону *6* з поперечними вирізами. При цьому на внутрішню площину передньої стінки корпуса або картону *6* попередньо наклеюють драпірувальний матеріал, наприклад батист, а ще краще капрон відповідного кольору, після чого кусок картону приклеюють до корпуса.

Коли матеріал добре приклеїться до корпуса, до однієї з його половин вздовж бокових стінок приклеюють смужку картону завтовшки 0,75—1,0 *мм*, яку теж попередньо обклеюють будь-якою тканиною. Смужку приклеюють так, щоб вона за своєю шириною наполовину виступала над боковою стінкою цієї половини корпуса. Всередині по всьому периметру цієї половини корпуса бажано приклеїти картонні смужки *3*, які разом із зовнішніми смужками будуть напрямними для другої половини корпуса. При бажанні до корпуса можна прикріпити ремінець *4* для перенесення приймача.

Металеві шасі. Усі деталі і вузли будь-якого радіоелектронного пристрою монтують на шасі. Правда, для малогабаритного підсилювача на транзисторах досить плати з гетинаксу або текстоліту. Коли ж плата не одна, а кілька, то їх монтують на шасі.

Шасі, як правило, виготовляють з металу — м'якої сталі, дюралюмінію або алюмінію. З алюмінію або дюралюмінію виготовити шасі легше, ніж із сталі, бо ці метали не потребують гальванічного покриття. Проте до такого шасі важко або майже неможливо припаяти проводи для «заземлення».

Розміри шасі визначаються схемою приладу, кількістю і розмірами його деталей. Шасі не повинно бути надто великим і громіздким, але не слід його робити і надмірно малим, оскільки це утруднює монтаж, що в



Мал. 59. Металеве шасі.

свою чергу ускладнює настроювання і ремонт. Крім того, густо розміщені деталі і проводи можуть призвести до виникнення шкідливих зв'язків.

Шасі бувають різного типу: кутова панель (мал. 59, *а*), плоска коробка без дна (мал. 59, *б*) і шасі для вертикального розміщення в корпусі (мал. 59, *в*).

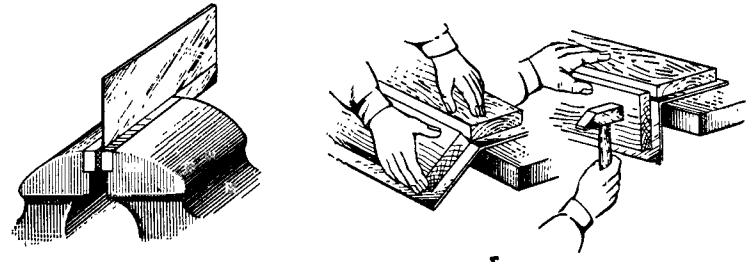
Процес виготовлення металевого шасі складається з ряду досить простих операцій. Якщо матеріал для шасі має нерівності, то, насамперед, їх треба вирівняти дерев'яним молотком на рівній металевій поверхні.

На рівному металевому листі за розмірами, що вказані на кресленні, або за попередньо виготовленою викройкою, роблять розмітку. Для цього треба прокреслити контури розгортки металевою рисувалкою або шилом. Потім за накресленими лініями вирізують покрівельними ножицями, ножівкою або іншим інструментом загальний контур розгортки шасі. Після цього треба розмітити центри майбутніх отворів і проскрелити лінії згинів. Можна також приклеїти паперову викройку з розміченими отворами та згинами і відповідно до них виконати наступні операції.

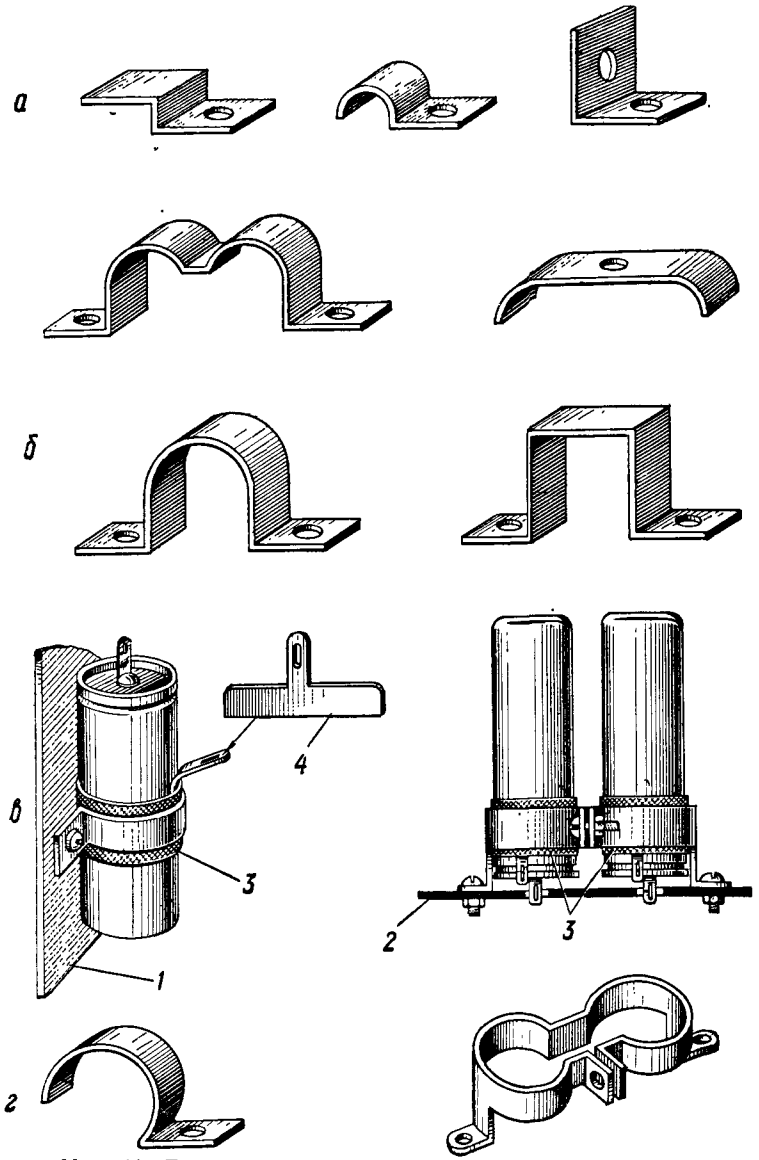
Усі отвори на плоскій заготовці звичайно свердлять ручним дрилем до її загинання. Перед свердлінням треба керном намітити центри отворів. Отвори діаметром до 6 *мм* свердлять зразу, а отвори більшого діаметра свердлять по колу тонким свердлом, а потім зачищають круглим напилком.

Усі отвори рекомендується свердлити на твердій дерев'яній підкладці (дошка завтовшки 40—50 *мм* або брусок 40×40 *мм*). Утворені після свердління задирки треба зачистити за допомогою свердла вдвоє більшого діаметра або круглого напилка.

Згинають шасі, як це показано на мал. 60. Найкраще це робити в лещатах (мал. 60, *а*) або на краю робочого стола (мал. 60, *б*). Щоб шасі було міцне, його скріплюють планками. У планках звичайно свердлять отвори для кріплення шасі до корпуса. Планки можна кріпити до шасі гвинтами або заклепками.



Мал. 60. Згинання металевого листа.



Мал. 61. Допоміжні пристосування для кріплення деталей:
а — кутники; *б* — хомутики; *в* — приклад застосування їх для кріплення електролітичних конденсаторів: *1* — вертикальна панель; *2* — горизонтальна панель; *3* — ізоляційні прокладки з картону; *4* — контактні пелюстки; *г* — одинарний і подвійний хомутики для кріплення конденсаторів.

Для кріплення вузлів і деталей до шасі потрібні спеціальні кріпильні деталі: кутники, скоби, хомутики, обтискачі, стоячки тощо. Усі ці деталі зображено на мал. 61, а їхні розміри слід визначити самому залежно від форми і розмірів деталей та вузлів, які будуть встановлені на шасі.

Монтажні планки і плати з оргскла широко застосовуються в практиці юних техніків, оскільки цей матеріал має високі діелектричні властивості і прозорий.

Монтажні планки роблять так. З оргскла завтовшки 4—5 *мм* вирізують смужку завширшки 15 *мм* і завдовжки залежно від кількості деталей, що будуть установлені на планці. З мідного лудженого нікельованого або сріблено дроту діаметром 1—1,5 *мм* вигинають монтажні пелюстки такої форми, як показано на мал. 62, *а*. Потім їх беруть пінцетом або плоскогубцями, нагрівають на відкритій електричній плитці або в полум'ї газового пальника і втискують в оргскло на глибину не більш, як 2/3 товщини планки.

Вплавлені таким способом в оргскло саморобні пелюстки тримаються в ньому досить міцно і під час припаювання до них виводів не розм'якшують оргскла.

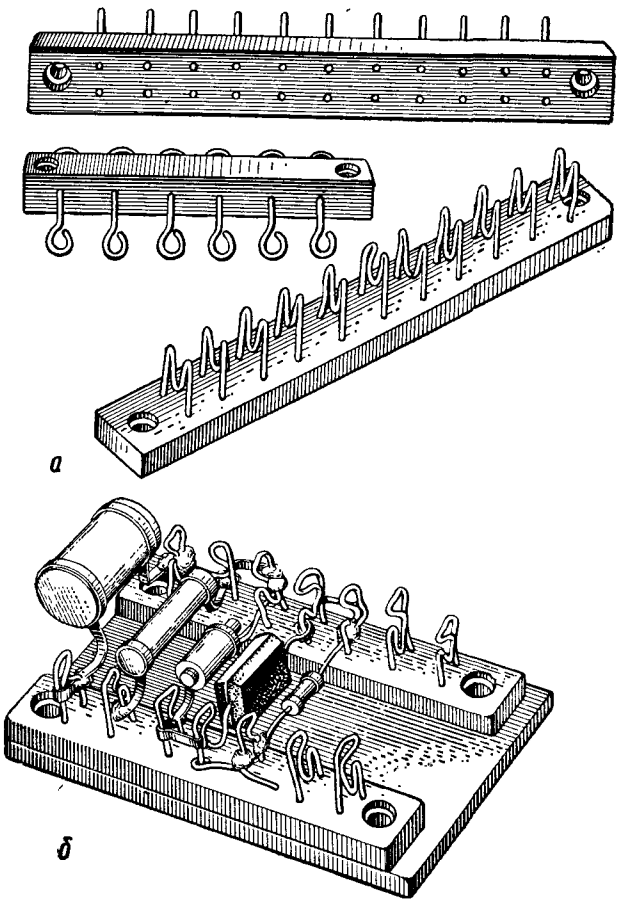
Наступні операції по виготовленню планок і складання з них плат, а також спосіб кріплення деталей на цих планках видно з мал. 62, *б*.

Панельки для транзисторів. Дуже зручно користуватись панельками під час монтажу радіопристроїв на транзисторах, оскільки це дає змогу в разі потреби замінити транзистор або вилучити його із схеми на деякий час. Застосування панельок забезпечує збереження транзисторів під час монтажу або паяння.

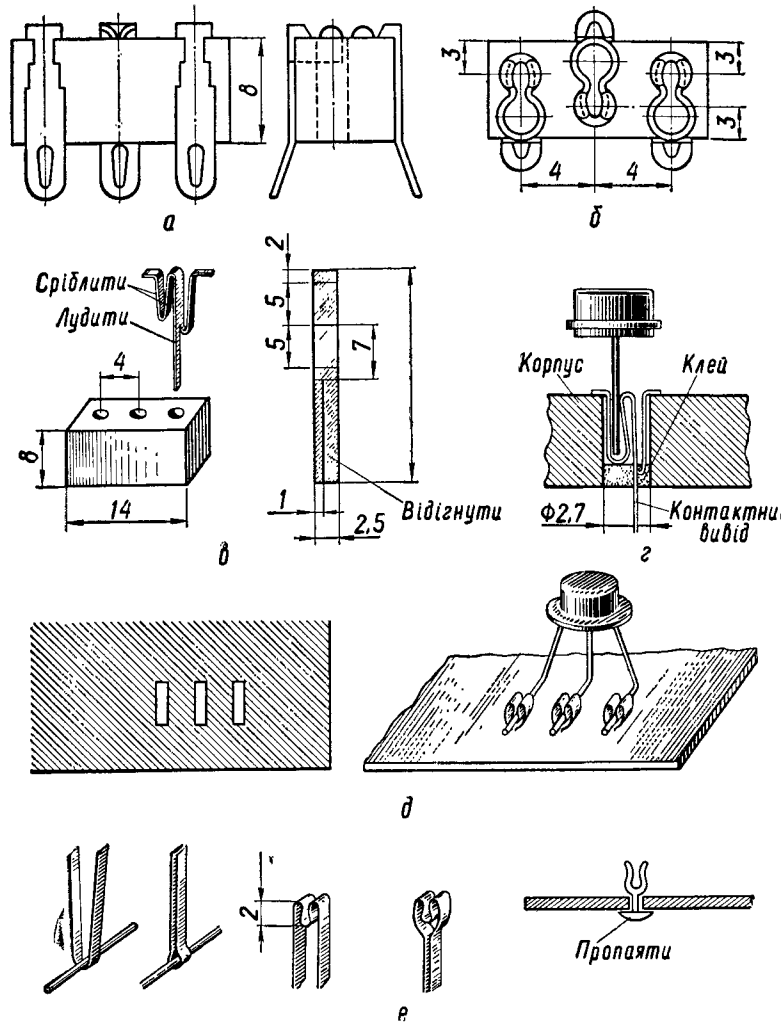
На мал. 63, *а, б* зображено загальний вигляд і деталі панельки одного з типів. Виготовляють панельку так. З оргскла завтовшки 4 *мм* вирізують пластинку 12×8 *мм*, в якій просвердлюють три отвори діаметром 1,5 *мм*. Потім пелюстки від лампової панелі ПЛК-7 або ПЛК-9 по черзі втискують у розігрітому стані в оргскло.

Установлюють панельку в отвір, зроблений у монтажній схемі за формою й розміром панельки і закріплюють її в цьому отворі за допомогою синтетичного клею, наприклад БФ-4.

На мал. 63, *в* і *г* зображено ще одну конструкцію панельки для транзистора, яка складається з корпуса і трьох пружинячих контактів. Матеріалом може бути, як і в першому випадку, оргскло. Контакти слід виготовити самим з мідної фольги або фосфористої бронзи. Конструкцію контакта показано на мал. 63, *в*. На цьому малюнку показано і конструкцію панельки, яка може бути прямокутною і циліндричною. В останньому випадку рекомендується отвори для контактів розміщувати



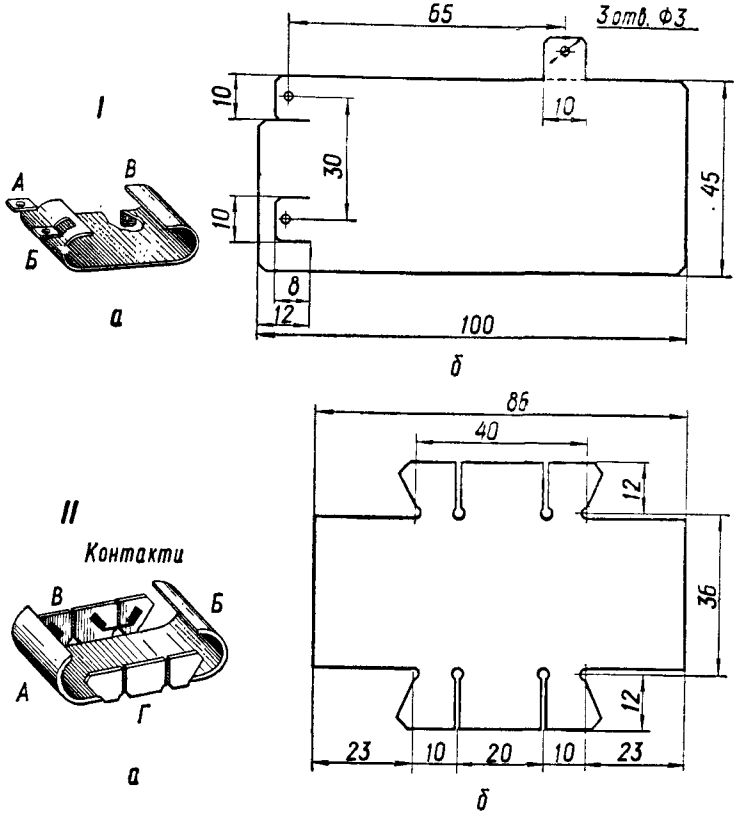
Мал. 62 Монтажні планки з оргскла.



Мал. 63. Саморобні панельки для транзисторів.

по колу. Кріплення до монтажної плати таке саме, як і в першому випадку.

З мал. 63, *д* і *е* видно, як виготовляти панельку за третім варіантом. Тут теж контактні пелюстки треба виготовити самому. Як це робити, зрозуміло з малюнка і додаткових пояснень не потребує.



Мал. 64. Обойми для кріплення батарей та елементів живлення: *I* — обойма для батареї від кишенькового ліхтарика; *а* — загальний вигляд; *б* — креслення розкрою металевого листа; *II* — обойма для трьох елементів 1,2 ФМЦ-0,25: *а* — загальний вигляд; *б* — креслення розкрою оргскла (лист).

На закінчення слід зауважити, що панельки для каскадів високої частоти рекомендується застосовувати не з оргскла, а з полістиролу.

Обойми для кріплення батарей. Батареї живлення, що складаються з однієї або двох батарей від кишенькового ліхтарика, а також з елементів ФМЦ, юні техніки застосовують найчастіше. Кріплять батареї від кишенькового ліхтарика за допомогою обойми з листового металу завтовшки 0,6—0,8 *мм*, зображеної на мал. 64-*I*, *а*. Матеріалом може бути жерсть, декапірована сталь, дюралюміній тощо. Креслення розкроювання обойми показано на тому самому малюнку. Вушка *А*, *Б* і *В* можуть бути і в інших місцях, залежно від конструкції пристрою. За допомогою цих вушок обойма кріпиться у виготовленій моделі, іграшці або радіоапараті.

На мал. 64-*II* зображено обойму для елементів ФМЦ, у даному випадку — 1,2 ФМЦ-0,25 (стара назва ФБС). Якщо виготовляють обойми для елементів типу «Сатурн» або «Марс», розміри відповідно збільшують.

Матеріалом для обойм є оргскло завтовшки 2 *мм*. З пластинки розміром 86×60 *мм* вирізують заготовку відповідно до мал. 64-*II*, *б*. Попередньо у пластинці треба просвердлити вісім отворів діаметром 3 *мм*. Сторони *А* і *В* заготовки слід розм'якшити в гарячій воді і зігнути за шаблоном, яким може бути використаний старий елемент ФМЦ. Після цього прогрівають сторони *В* і *Г* і згинають їх під кутом 90°.

Контакти для з'єднання елементів між собою виготовляють з латунної фольги за формою, зображеною на мал. 64-*II*, *а*. Вставляють контакти в обойму в розігрітому стані. В готову обойму елемент повинен входити з деяким зусиллям. Якщо він входить вільно, то це не забезпечить необхідного електричного контакту і міцності його кріплення в обоймі.

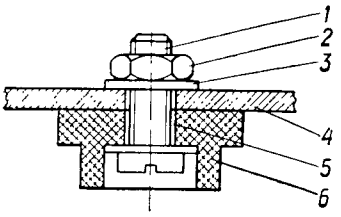
Гумові ніжки. Для різного типу приладів, для радіопристроїв і навіть для багатьох побутових і господарських предметів часто потрібно мати гумові ніжки, які захищали б меблі від пошкодження: подряпин, проколів тощо.

Такі ніжки легко зробити з пробки від аптечної упаковки деяких ліків, наприклад, пеніциліну.

Гумову пробку попередньо проколюють шилом, а ще краще пробивають отвір пробійником з металевої трубки діаметром 3 *мм*, що має загострений кінець.

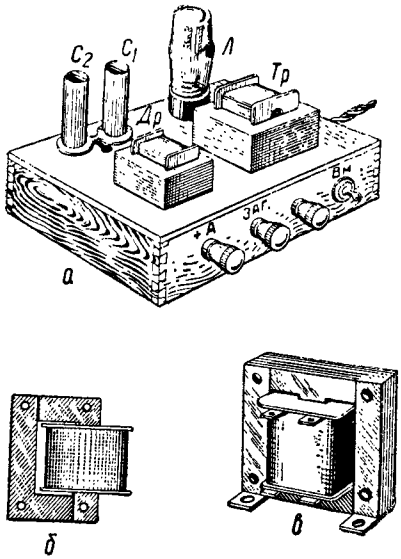
Спосіб кріплення такої ніжки показано на мал. 65.

Трансформатори і дроселі. Трансформатори низької частоти для вузлів живлення — силові, для вихідних каскадів НЧ — вихідні, для узгодження каскадів підсилювачів НЧ — узгоджуючі, або перехідні. Дроселі фільтрів для вузлів живлення за конструкцією і способом намотування однакові і відрізняються лише розмірами, кількістю витків і обмоток (мал. 66).



Мал. 65. Гумові ніжки (з пробок):

1 — болт; *2* — гайка; *3* — шайба; *4* — дно приладу; *5* — втулка; *6* — пробка.



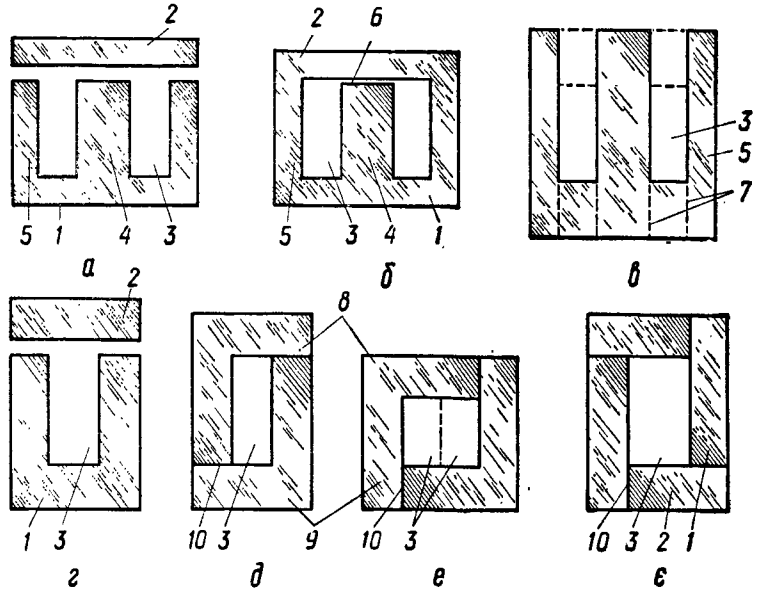
Мал. 66. Трансформатори і дроселі:

а—шасі із змонтованим на ньому трансформатором і дроселем; *б* — дросель; *в* — трансформатор.

Виготовлення трансформатора складається з таких операцій: виготовлення його деталей (пластини осердя, каркас котушки, паперові прокладки, кріпильні деталі і стяжки); намотування котушки або котушок і складання трансформатора. Найчастіше любителі самі не виготовляють таких деталей, як пластини, скоби і кронштейни, а використовують деталі від старих трансформаторів і дроселів. Самі ж звичайно тільки перемотують повністю або частково котушки трансформаторів і дроселів. Проте і для цього треба мати уявлення про типи трансформаторів і вміти вибрати деталі і старий трансформатор для перемотування.

Відомо два найпоширеніших типи осердь: броньове, складене з Ш-подібних пластин, і стержньове, або О-подібне, складене з П-подібних, Г-подібних і прямокутних пластин. Кожне осердя має пластини двох видів: основні і замикаючі. На пластини першого виду надівають котушку, а другі є перемичкою.

На мал. 67 зображено трансформаторні пластини кількох типів з тих, що найчастіше зустрічаються в радіоаматорській практиці. У верхньому ряді зображено



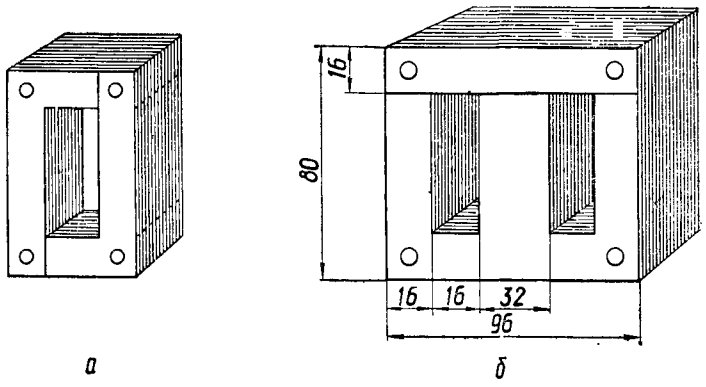
Мал. 67. Трансформаторні пластини:

а, *б* і *в* — Ш-подібні пластини для броньовнх осердь; *г* — П-подібні пластинн для стержньовнх осердь; *д* і *е* — Г-подібні пластнни; *є* — прості прямокутні пластинн: *1* — основна пластина; *2* — перемичка; *3* — вікно; *4* — середній виступ пластнни; *5* — боковий виступ; *6* — просічка; *7* — коитур пластнин сусіднього ряду; *8* — меншнй бік пластинн; *9* — більший бік; *10* — стнк пластини.

три типи Ш-подібних пластин, у яких середній виступ, що визначає ширину осердя, звичайно в два рази ширший від бокових. У пластин першого типу перемичка являє собою окрему прямокутну штабку і в складеному осерді замикає середній виступ з боковими. У пластин другого типу перемичка становить одне ціле з пластиною, а пластини третього типу взагалі не мають перемички.

У нижньому ряді показано ще чотири типи пластин, призначених для стержньових осердь: П-подібні пластини, два типи Г-подібних і прості прямокутні пластини. Основними даними осердя є: ширина, висота набору, ширина вікна і довжина вікна.

Виготовляти пластини дуже складно, оскільки обов'язковою умовою їх виготовлення є відповідність однієї пластини іншій за формою і розмірами. Крім того, пластини виготовляють із спеціальної, так званої транс-



Мал. 68. Осердя:
а — з Г-подібних пластин, *б* — з пластин Ш-32×50.

форматорної сталі. Тому рекомендується застосовувати готові пластини фабричного виготовлення. Якщо вам потрібний трансформатор або дросель із своїми намотувальними даними, то для цього повністю придатний трансформатор, що вийшов з ладу, від радіоприймача або телевізора. Важливо, щоб тип його осердя і розмір каркаса котушки відповідали вашим вимогам.

Для практики намотування котушки і складання трансформатора розглянемо виготовлення одного трансформатора. Для цього потрібне осердя з пластин Ш-32. Якщо такого немає, можна скористатися пластинами іншого розміру, наприклад Ш-30, Ш-28, Ш-26, або навіть Ш-25. Крім того, можна застосувати осердя з Г-подібними пластинами. Зовнішній вигляд осердя з Г-подібних пластин показано на мал. 68, *а*. В усіх випадках розміри осердя визначаються двома величинами: площею перерізу осердя, яка в цьому випадку повинна дорівнювати 16 *см*^{2}, і площею вікна пластин, що дорівнює 8 *см*^{2}.

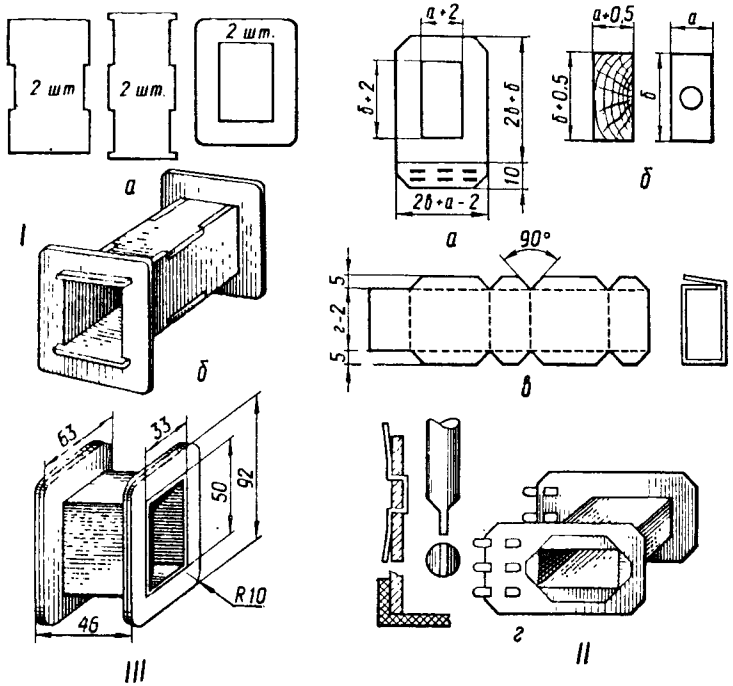
Перерізом осердя називають добуток ширини* його пластини на товщину пакета пластин, а тому в осерді, складеному з пластин Ш-32 (мал. 68, *б*), потрібний переріз можна дістати при товщині пакета 5 *см*, оскільки

* Шириною пластини вважають ширину середнього стержня у Ш-подібної і ширину бокового стержня у Г-подібної пластини.

16 : 3,2=5. Площа вікна визначається як добуток висоти вікна на його ширину*.

На мал. 69 зображено каркаси трьох типів: збірний каркас з гетинаксу або текстоліту, каркас з картону і картонний каркас для трансформатора з осердям Ш-32×50.

Розгляньмо всі три каркаси. Збірний каркас з гетинаксу або текстоліту (мал. 69-*I*) має товщину листа 1—1,5 *мм*. Гільзу каркаса складають з чотирьох фігурних пластин і двох щічок, вирізаних лобзиком за викройкою або розміткою. Ребро деталей цього каркаса обробляють напилком з дрібною насічкою. Такий каркас міцний, надійний і має високі діелектричні властивості.



Мал. 69. Каркаси для трансформаторів:
I — збірний з гетинаксу: *а* — деталі каркаса; *б* — каркас у складеному вигляді; *II* — з картону: *а* — форма щічки; *б* — шаблон; *в* — розкрій гільзи; *г* — складальне креслення; *III* — з картону для осердя Ш-32×50.

* Підраховуючи площу перерізу осердя або площу вікна, всі розміри беруть в сантиметрах.

Простіше виготовити каркас, зображений на мал. 69-*II*. Його виготовляють з цупкого електротехнічного картону (пресшпану) завтовшки 0,5—1 *мм* — для гільзи і 2 *мм* — для щічок. Вирізують щічки гострим ножем, а вікно вирубують столярною стамескою. Якщо виводи обмоток роблять на контактні пелюстки (мал. 69-*II*), закріплені на щічці каркаса, то цей бік щічки роблять на 10—20 *мм* довшим від інших, а якщо виводи роблять проводом, то проколюють отвори в щічці.

Гільзу з картону розкроюють так, як показано на мал. 69-*II*, *в*, а потім на бруску-шаблоні надають гільзі необхідної форми. Кінці смужки гільзи склеюють на тому самому шаблоні і надівають обидві щічки пелюстками назовні. Краї смужки по штриховій лінії відгинають на 90° і приклеюють до щічок. Після висихання клею каркас знімають з шаблона і покривають ізоляційним лаком.

Наступний етап виготовлення трансформатора — намотування котушки. Звичайно це роблять на фабричному або саморобному намотувальному верстаті. Проте намотувати можна і за допомогою ручного дриля (див. мал. 41).

До намотування первинної обмотки гільзу картонного каркаса слід обгорнути лакотканиною або кількома шарами цигаркового паперу і закріпити нитками. Кінець проводу припаюють до першої пелюстки або пропускають крізь проколотий отвір на довжину 200 *мм* і починають намотувати перший шар щільно і рівно, вкладаючи провід виток до витка. В тому місці, де провід проходить крізь отвір у щічці, на нього надівають кусочок ізоляційної трубки для захисту ізоляції проводу від перетирання верхніми витками, а отже, щоб запобігти можливому короткому замиканню частини витків обмотки.

Намотавши перший шар, його обгортають цигарковим папером і починають намотувати другий шар, а потім таким самим способом наступні, поки не буде зроблено потрібну кількість витків.

Після того як намотано першу секцію, в щічці каркаса проколюють отвір для виводу, роблять вивід і намотують наступну секцію.

Отвори для всіх виводів проколюють упритул до обмотки, але так, щоб не пошкодити ізоляції проводу.

Виводи роблять у вигляді петель без розривів обмотувального проводу. Провід перегинають під прямим кутом і складають удвоє на довжину близько 200 *мм*. Вивідний провід, що перетинає витки обмотки, вміщують в ізоляційну трубку, а місця згинів ізолюють клаптиками лакотканини і закріплюють нитками.

Готову первинну обмотку обгортають кількома шарами цигаркового паперу, обмотують нитками і прикривають смужкою з тонкого електрокартону, а зверху намотують вторинну обмотку. Якщо провід для неї взято в емалевій ізоляції марки ПЭЛ або ПЭВ, то початок і кінець обмотки також захищають ізоляційними трубками, а між шарами прокладають цигарковий папір або лакотканину. Якщо для намотування використано провід в бавовняній ізоляції, то ці застереження не потрібні.

Намотану котушку обклеюють смужкою електрокартону і дерматину.

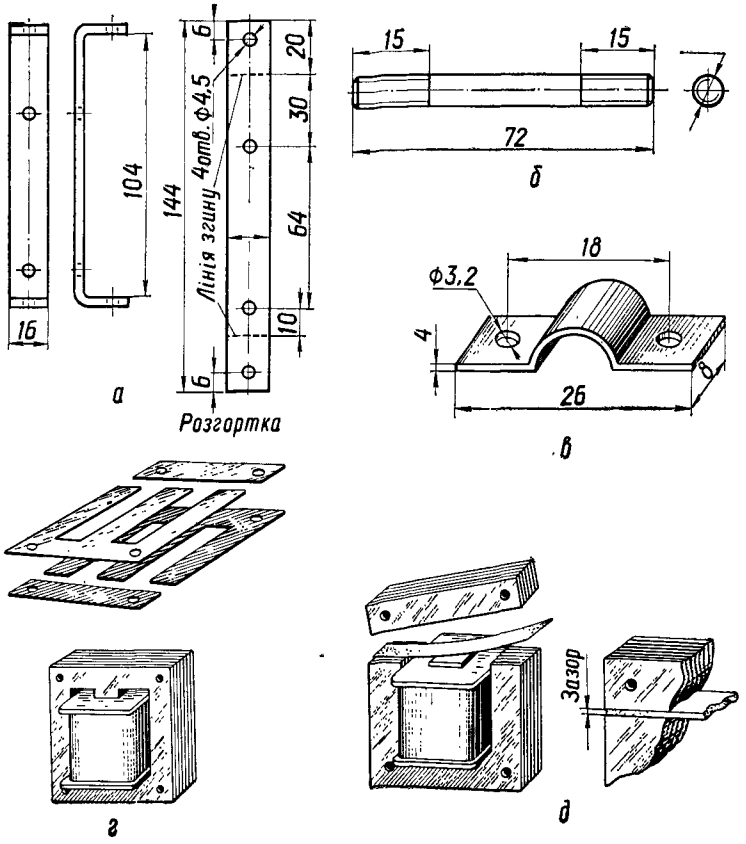
Складати трансформатор починають з осердя. Для цього каркас кладуть на стіл і в отвір гільзи вставляють пластини попеременно то з одного, то з іншого боку, одночасно вирівнюючи і стискуючи їх. Останні пластини набивають особливо обережно, щоб у разі перекосу не прорізати гострим краєм стінку гільзи і не пошкодити обмотку. Торець складеного осердя вирівнюють дерев'яним молотком на столі.

Для складання трансформатора потрібні й додаткові деталі: стягувальні скоби (мал. 70, *а*), болти (мал. 70, *б*), а також хомутик для кріплення шнура живлення (мал. 70, *в*). Скоби виготовляють з листової або штабової сталі завтовшки 3—4 *мм*. Скоби є основною зв'язувальною ланкою всіх деталей трансформатора, а тому розміри їх мають бути витримані з достатньою точністю. Стягувальні болти роблять із стального прутка діаметром 4 *мм*. Гайки і шайби до них підбирають готові.

Складання трансформатора слід починати із стягування пакета пластин осердя за допомогою стягувальних скоб і болтів. Щоб запобігти перекосам, осердя стягують поступово всіма чотирма болтами, вирівнюючи при цьому його торець і положення скоб. Стягнуте осердя повинно мати правильну геометричну форму і стійко стояти на столі.

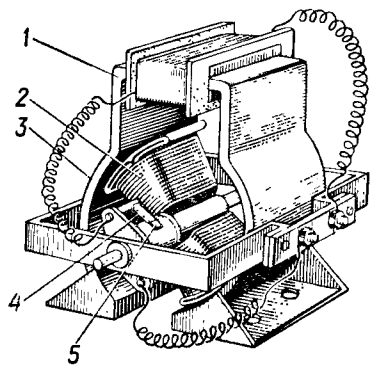
Осердя складають двома способами. Якщо в ньому не треба робити зазор, пластини складають з перекриттям (мал. 70, *г*), а коли потрібний зазор — устик (мал. 70, *д*), тобто окремо основні і замикаючі, а потім уже прикладають пачки одну до одної. Потрібну товщину повітряного зазора забезпечують картонною прокладкою.

З деяким зазором складають звичайно вихідні трансформатори і дроселі фільтрів випрямлячів. В решті випадків трансформатори складають без повітряного зазора.



Мал. 70. Складання трансформатора.

Намотування і складання дроселів фільтра по суті нічим не відрізняється від намотування і складання трансформатора, оскільки конструкція дроселів та сама, що і трансформаторів. Відмінність полягає лише в тому, що дросель має одну обмотку, а трансформатор може мати їх кілька дві і більше.



Мал. 71. Загальний вигляд мікроелектродвигуна:
1 — статор; *2* — якір; *3* — скоба; *4* — щітки; *5* — колектор.

Простий електродвигун. Електродвигун потрібний кожному юному техніку. Все, починаючи з технічної або електронної іграшки і кінчаючи магнітофоном, неможливо зробити без електродвигуна.

Промисловість випускає електродвигуни і мікроелектродвигуни багатьох типів, у тому числі для технічних і електронних іграшок. Але не завжди можна придбати потрібний двигун, а деякі з них надто дорого коштують. Проте багато що можна зробити своїми руками.

Слід мати на увазі, що виготовлення і будь-яка переробка електродвигунів зв'язані з деякими труднощами, вимагають великої уваги, акуратності і, головне, терпіння. Тимчасові невдачі не повинні викликати розчарування. Все досягається досвідом і набуттям навичок.

Колекторний електродвигун складається з двох електромагнітів: нерухомого — статора і обертового — якоря, або ротора. Електричний струм обмоткою статора проходить весь час в одному напрямі. Статор намагнічується, одна його частина стає північним магнітним полюсом (*N*), а друга — південним (*S*).

На мал. 71 зображено мікроелектродвигун, який пропонується виготовити для набуття відповідних навичок. Електричний струм підводиться до обмоток якоря через металеві щітки, що ковзають по барабанчику — колектору, закріпленому на валу двигуна. На колекторі є дві металеві обкладки, до кожної з яких приєднано

початок і кінець другої обмотки якоря (див. електричну схему на мал. 73-*III, д*). Електричний струм намагнічує якір і один кіиець його — північиий полюс — притягується до південного полюса статора, а другий — південний полюс — до північного полюса статора, внаслідок чого якір повертається. Разом з ним повертається і колектор. Коли полюси якоря і статора наблизяться, щітки перескочать з одних обкладок колектора на інші, і струм в обмотках якоря змінить свій напрям. Від цього і якір намагнітиться інакше. Де був півиічний полюс електромагніту, стане південний і навпаки. Тепер полюси якоря відштовхуватимуться від тих полюсів статора, до яких вони підійшли, і якір повернеться далі. Але як тільки він пройде півоберту, щітки і колектор знову перемкнуть струм, і обертання триватиме безперервно.

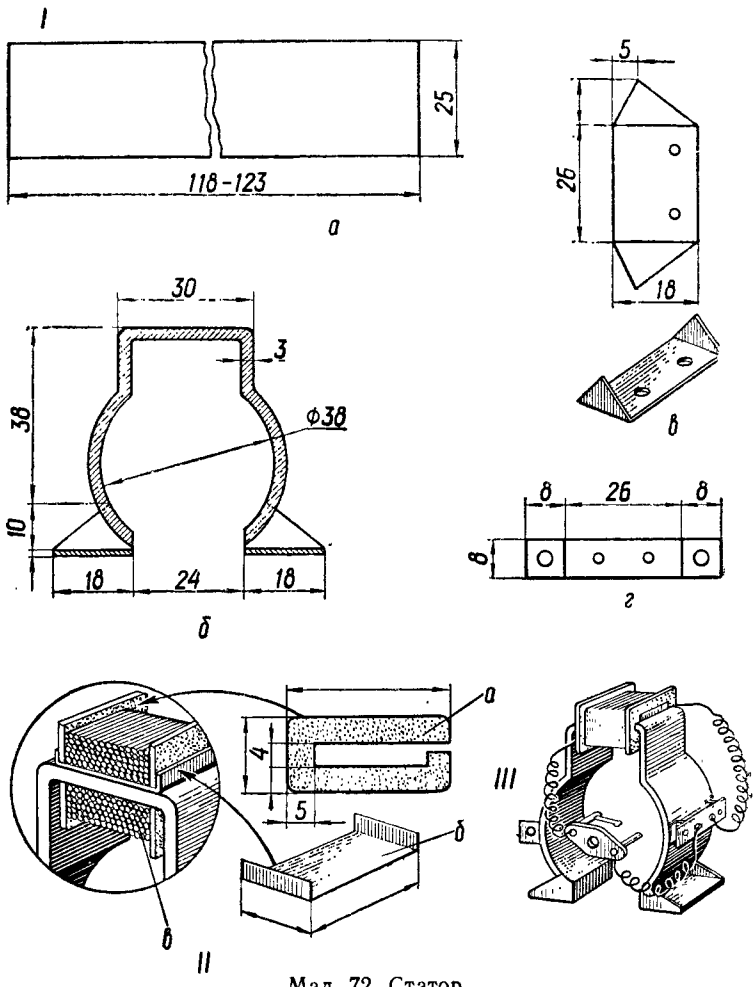
Статор пропонованого для виготовлення електродвигуна має П-подібиу форму з котушкою на «перекладині». Якір його двополюсний.

Виготовлення слід починати із статора. Матеріалом для нього є жерсть від консервної банки. Щоб двигун краще працював, жерсть спочатку відпалюють (розжарюють до червоного в печі або на газовому пальнику, а потім після охолодження протирають сухою ганчіркою, щоб очистити від окалини і бруду).

З відпаленої жерсті наріжте 6—8 штабок завширшки 25 *мм*. Довжина першої штабки 188 *мм*, а кожна наступна повинна бути на 1 *мм* довша від попередньої. Складіть ці штабки в пакет завтовшки 3 *мм* (мал. 72-*I, а*).

Дерев'яним молотком зігніть пакет у вигляді букви «П» з шириною спинки 30 *мм*. Найкоротша смужка при цьому повинна бути з внутрішнього боку пакета. Щоб під час дальшої обробки пакет не розсовувався, обтисніть його спинку штабкою з жерсті. Відігнуті кінці вигніть дерев'яним молотком на круглій болванці діаметром 38 *мм*. Краї підрівняйте напилком. Стягніть пакет дротом і припаяйте з торців. Після цього зніміть дріт і обтискач (мал. 72-*I, б*).

Для кріплення двигуна до основи зробіть із жерсті дві скоби (мал. 72-*I, в*) і акуратно припаяйте їх до ніжок статора, обперши «підкову» статора обома кінцями об дощечку. Зовні до вигнутих частин статора припаяйте



Мал. 72. Статор.

дві скоби з отворами для кріплення підшипникових щитів і клемної панельки (мал. 72-*I, г*). Для котушки статора заготовте за мал. 72-*II, а* дві однакові щічки з ізоляційного матеріалу. Щоб під час намотування щічки не відходили в різні боки, під них підкладіть жерстяну штабку з відігнутими кінцями (мал. 72-*II, б*). Спинку статора між щічками обгорніть шаром цупкого паперу.

Наступним етапом виготовлення статора буде намотування котушки (мал. 72-*II*, *в*). Для цього потрібний емальований провід марки ПЭВ, ПЭЛ-1 або ПЭЛ-2 діаметром 0,3—0,4 *мм*. Можна використати провід від несправного (але не згорілого) трансформатора.

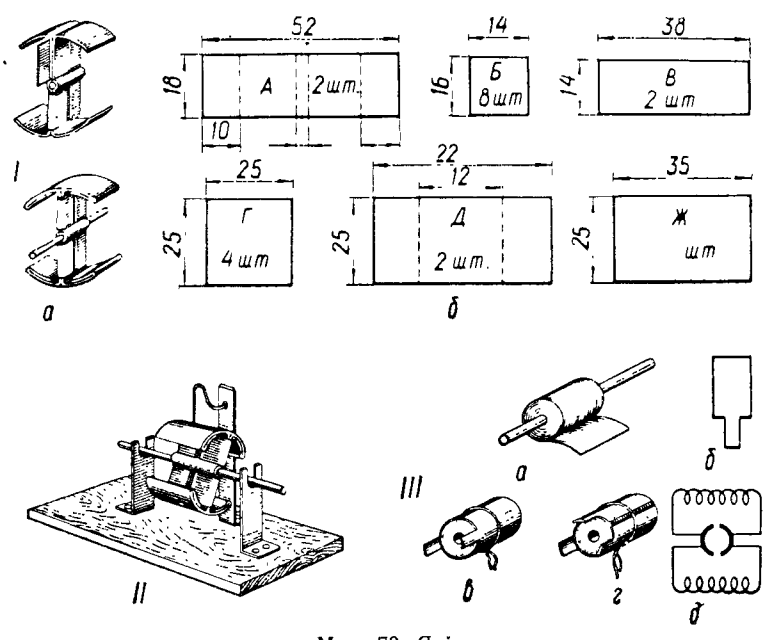
Узявши провід потрібної довжини (15 *м*), відступіть від початку 6—7 *см*, перев'яжіть провід товстою міцною ниткою, а кінці цієї нитки туго обв'яжіть навколо статора. Закріпивши початок обмотки, укладайте виток до витка. Початок провода відігніть у бік, щоб він не заважав. Після намотування першого ряду перейдіть на другий і так, поки не намотаєте весь відрізаний кусок провода. Кінець провода закріпіть так само, як і початок, залишивши вивід завдовжки 5—6 *см*. Готову котушку обклейте шаром цупкого паперу або калькою. Складений статор зображено на мал. 72-*III*.

Якір (ротор) починайте виготовляти з осердя, яке також роблять з відпаленої жерсті. Будову якоря і його деталі показано на мал. 73. Пластини заготовте в такій кількості: пластин типу *А* — дві, *Б* — вісім, *В* — дві, *Г* — чотири, *Д* — дві, *Ж* — одну. З велосипедної спиці діаметром 2—3 *мм* зробіть вісь (вал якоря) завдовжки 80 *мм*.

Кінці пластин *А* відігніть так, як показано на мал. 73-*I* штриховими лініями і закругліть, як показано на мал. 73-*I*, *а*. Після цього покрийте лаком і просушіть пластини *А* та *Б*, причому пластини типу *А* тільки з одного боку. Коли пластини висохнуть, можна складати осердя. Спочатку складіть два пакети по чотири пластини типу *Б* і прикладіть до них пластини типу *А* відігнутими кінцями в різні боки. Утворені пакети обтисніть біля країв пластинами *В*. При цьому середина повинна залишитися відкритою: сюди буде вставлено вал.

На круглій болванці діаметром 35 *мм* вигніть пластини типів *Г*, *Д*, *Ж*. Пластини *Г* і *Д* покрийте лаком і просушіть. Дві пластини *Г* складіть разом і накладіть на середину пластини *Д*. Зверху накладіть пластину *Ж*. Краї пластини *Д*, що виступають, загніть на пакет.

Увесь набір відбийте дерев'яним молотком на круглій болванці. Після цього витягніть плоскогубцями пластину *Ж*, яка є допоміжною. На місці цієї пластини залишаться щілини, в які треба ставити відігнуті кінці пластини А. Пластину ж використайте для складання



Мал. 73. Якір:

I — осердя якоря: *а* — складене; *б* — деталі осердя; *II* — балансувальний станок для перевірки якоря; *III* — деталі колектора: а — виготовлення циліндрика із паперу; *б* — ламель; *в* — установлення двох ламелей; *г* — установлення трьох ламелей; *д* — електрична схема якоря з двома ламелями.

другого полюсного наконечника. Легкими ударами молотка обережно забийте вал заокругленим кінцем у центр якоря. Надіньте полюсні наконечники і припаяйте якір до вала так, щоб його кінці по обидва боки якоря були однакової довжини.

Щоб електродвигун працював нормально, його слід відрегулювати і збалансувати. Для цього треба зробити балансувальний станок (мал. 73-*II*). Закріплений на валу якір установіть у виїмках двох стоячків станка, а вістря зігнутого дроту (покажчика) підведіть до одного з полюсів якоря.

Повертаючи якір під вістрям покажчика, ви зразу побачите, який кінець довший, а який коротший, та виявите інші дефекти, якщо вони виникнуть. Довший кінець укоротіть легким ударом молотка, тримаючи якір у руці. Переміщаючи якір на станку вправо і вліво, можна перевірити точність його виготовлення по всій довжиии.

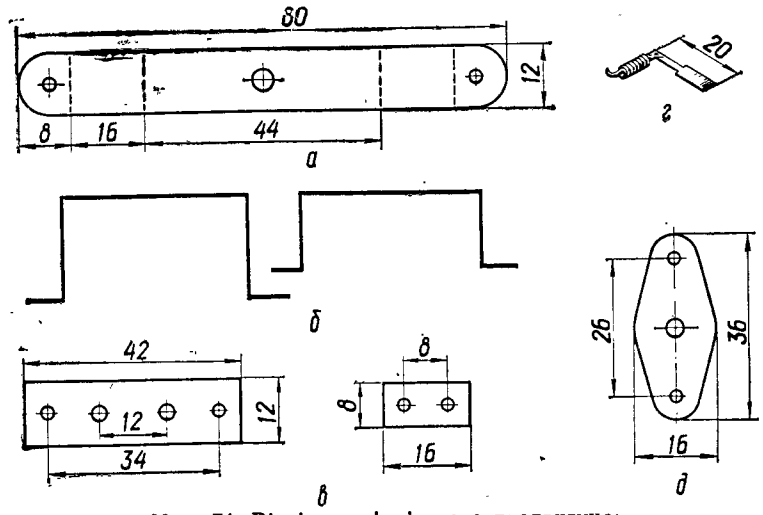
Після перевірки та усунення дефектів якоря обклейте його цигарковим папером. Вільними залишіть тільки зовнішні боки полюсних наконечників. Один кінець осі, де міститься колектор, також обклейте смужкою цигаркового паперу. Для цього найкраще використати клей БФ-2.

Обмотувальний провід для якоря беруть такий самий, як і для статора, тільки вже 20 *м*. На відрізаному куску провода визначте середину і позначте її білою ниткою. Першу половину якоря намотуйте від його середини, від осі. Провід намотуйте акуратно, виток до витка. Перший ряд намотуйте від середини до краю, другий в тому самому напрямі від краю до середини, третій знову від середини до краю і так — поки не дійдете до половини відрізаного куска проводу. Тоді, не обриваючи провода, переведіть його на другу половину якоря і продовжуйте намотувати в тому самому напрямі. Коли залишиться кінець провода завдовжки 6—7 *см*, припиніть намотувати і зав'яжіть кінець провода ниткою, щоб обмотка не розійшлась.

Для колектора наріжте кілька смужок писального паперу завширшки 15 *мм*. Щільно намотайте паперову смужку на вал, змазуючи її під час намотування клеєм. Коли кінчиться одна смужка, наклейте другу устик, щоб не утворилось потовщення. Діставши циліндрик діаметром 10 мм, припиніть наклеювати паперові смужки, стягніть циліндрик ниткою і дайте йому висохнути. Після висихання кінці циліндрика обріжте до розміру 10 *мм*.

Ламелі колектора виготовляють з мідної, латунної і бронзової фольги завтовшки до 0,5 *мм*. Виріжте дві або три ламелі за формою, показаною на мал. 73-*III*. Обточіть ламелі за формою циліндрика і обріжте з таким розрахунком, щоб між ними був зазор по 0,5 *мм*. Приклейте їх до циліндрика клеєм БФ-2 або БФ-4 так, щоб вузькі виступи заходили за межі циліндрика і були повернуті до якоря. До них будуть припаяні кінці проводів. Зазори між ламелями мають бути між полюсами якоря.

Після просушування, коли ламелі міцно закріпилися на паперовому циліндрику, очистіть папір з кінців вала за колектором. Кінці обмотки очистіть від ізоляції і акуратно припаяйте до ламелів. Готовий якір з колектором перевірте і відбалансуйте на тому самому конт-



Мал. 74. Різні деталі мікроелектродвигуна:
а — передній і задній підшипникові щити; *б* — клемна панель; *в* — кутники (2 шт.); *г* — щітки (2 шт.); *д* — щіткотримач.

рольному станку (мал. 73-*II*). Під час перевірки зверніть увагу, чи не переважує якась половина, тоді на легшу половину зверху обмотки наклейте цигарковий папір і таким способом вирівняйте вагу обох половин.

Підшипникові щити (мал. 74, *а*) зробіть з листової міді або латуні завтовшки 0,8—1,0 *мм*. Відігнувши лапки щитів, прикладіть їх до скоб, які припаяні до статора. Через отвори у скобах зробіть позначки на лапках щитів і за цими позначками просвердліть отвори для гвинтів, які кріпитимуть щити до статора.

Клемну панель виготовте з будь-якого ізоляційного матеріалу: гетинаксу, текстоліту, оргскла тощо. Виготовте також два жерстяних кутники для закріплення панелі (мал. 74, *в*). Підберіть гвинти з гайками та шайбами і встановіть підшипникові щити і панель, як це показано на мал. 74.

Для підшипникових втулок вам потрібні ще будуть два гнізда з гайками. На одному з них, установленому на передньому щиті (з довшими лапками), буде прикріплений поворотний щіткотримач із щітками.

Матеріалом для щіткотримача можуть бути текстоліт або гетинакс завтовшки 2 *мм*. Щітки накручують на тов-

стому цвяху у вигляді спіралі з мідного дроту діаметром 0,8 *мм*. Кінці щіток трохи розплющіть молотком і прошліфуйте дрібною шкуркою, щоб поліпшити контакт з колектором. Петельки для затискачів під гвинт найкраще згинати круглозубцями. Знявши підшипникові щити, обгорніть якір паперовою стрічкою без клею в кілька шарів і вставте його в середину статора. З боку колектора надіньте на вал дві металеві шайбочки і встановіть підшипниковий щит.

З другого боку накрутіть на вал якоря спіралі з кількох витків товстого дроту і встановіть підшипниковий щит. Спіраль повинна не доходити на 2—3 *мм* до гнізда в щиті. Підгинаючи лапки щитів і повертаючи гнізда, які є підшипниковими втулками, відцентруйте двигун так, щоб вал проходив точно по осі каналів у втулках.

Пам'ятайте, що від старанного центрування залежить легкість обертання, а отже, і потужність, яку зможе розвивати двигун.

Підшипники роблять з голого мідного або латунного дроту. Дріт добре прошліфуйте дрібним наждачним папером і туго накрутіть на вал виток до витка, по три витки з кожного боку; решту дроту відкусіть кусачками. Діаметр дроту підберіть такий, щоб утворені підшипники щільно, але не туго входили в підшипникові втулки. Перш ніж вставити їх туди, змастіть підшипники простим вазеліном. Після того як підшипники вставлено у втулки, можна витягнути паперову стрічку із зазора між статором і якорем.

Якщо ви добре відрегулювали підшипникові щити і втулки, якір обертатиметься легко і вільно.

Перед запуском мікроелектродвигуна зробіть останні операції складання і регулювання. По-перше, зачистіть кінці обмотки статора і підтисніть один з них під найближчу клему панелі, а другий кінець — під один з контактів щіткотримача. Вільний кінець щіткотримача з'єднайте з клемою на панелі, яка залишилася. Щоб не заважати обертанню щіткотримача, скрутіть спіралями провід, який іде до нього, як показано на мал. 72-*III*.

Описаний мікроелектродвигун розрахований на живлення постійним струмом напругою 8—9 *в*. Для його живлення можна придбати дві батарейки від кишенькового ліхтаря або зробити вувол живлення від мережі із знижувальним трансформатором і випрямлячем.

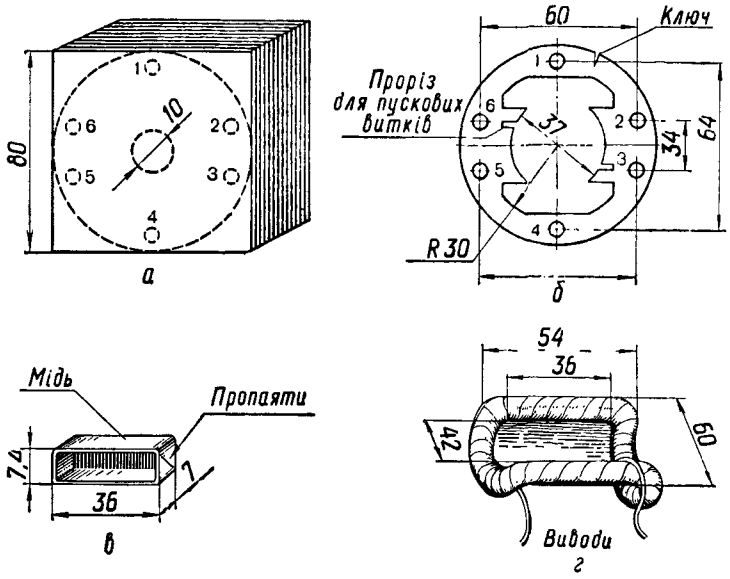
Вмикати живлення до мікроелектродвигуна найкраще через вимикач. Під час першого запуску треба знайти таке положення щіткотримача, яке забезпечує найбільше число обертів нашого двигуна.

Мікроелектродвигун, описаний тут, не розрахований на тривалу експлуатацію в якійсь конкретній установці, а призначається найчастіше для демонстрації принципу дії електродвигуна. Крім того, він дає можливість набути досвіду виготовлення електродвигунів своїми руками. Проте його можна використати в легких моделях і електромеханічних іграшках. Якість роботи двигуна багато в чому залежатиме від того, як ви зумієте його зробити.

Електродвигун для магнітофона. Пропонований електродвигун може зробити кожен, хто має деякі навички моделювання. Цей електродвигун придатний для практичного використання в програвачах і саморобних магнітофонах, живиться від мережі змінного струму 127/220 *в*. Число обертів ротора дорівнює 2800 *об/хв*.

Основні вузли електродвигуна — статор з котушками і якір. Для виготовлення осердя статора візьміть листове залізо (можна покрівельне, але краще так зване динамне завтовшки 0,5 *мм*) і поріжте його на квадрати розміром 80×80 *см*. Таких пластин потрібно 70 шт., точніше, потрібний набір завтовшки 35 *мм*. Оскільки товщина листа буде дещо більшою або меншою, то і набір може складатися із трохи більшої або меншої кількості пластин.

На мал. 75 зображено весь процес виготовлення пластин статора. Щоб пластинам надати потрібної форми (мал. 75, *б*), треба зробити розмітку. Для цього в центрі кожного квадрата поставте мітку кернером, а потім циркулем з гострими голчастими вставками накресліть коло діаметром 80 *мм*. По центру просвердліть отвори під болт М8 або М10 *мм*. Довжина болта повинна бути 100 *мм*. По контуру накресленого кола виріжте ножицями пластини і відрихтуйте їх на металевій плиті дерев'яним молотком. Крім того, виріжте ще чотири таких самих пластини, але завтовшки 1—1,5 *мм*. Дві з них вам будуть потрібні під час складання двигуна, а дві інші — як допоміжні при обробці осердя. Крім центрального отвору діаметром 10 *мм*, потрібно зробити роз-



Мал. 75. Статор електродвигуиа для магнітофона:
а — пакет пластин; *б* — конфігурація осердя; *в* — пусковий виток статора; *г* — котушка обмотки статора.

мітку для шести отворів діаметром 4,5 *мм*. Розмітку роблять згідно з кресленням (мал. 75, *а*).

Зробивши розмітку, складіть всі пластини в пакет так, щоб допоміжні пластини були розміщені по торцях, а потім стягніть їх болтом з гайками, під гайки слід підкласти шайби. Після цього просвердліть у пакеті пластин шість отворів, а потім скріпіть пакет шістьма болтами М4×42. Наступною операцією буде обробка осердя статора по зовнішньому колу. Це найкраще зробити на токарному верстаті, але можна і в лещатах напилком. У процесі обробки треба зробити заглиблення по всій довжині осердя — ключ, який видно на мал. 75, *б*. Після закінчення цих робіт витягніть болт з осердя, оскільки пакет тримається на шести болтах М4 і проточіть на токарному верстаті наскрізний отвір діаметром 37 *мм*. Тепер, затиснувши осердя в лещатах, за допомогою дриля або на свердлильному верстаті насвердліть отвори, які допоможуть вам розпиляти внутрішній отвір осердя так, як це показано на мал. 75, *б*. Доробку

виконують за допомогою напилків і надфілів різного профілю.

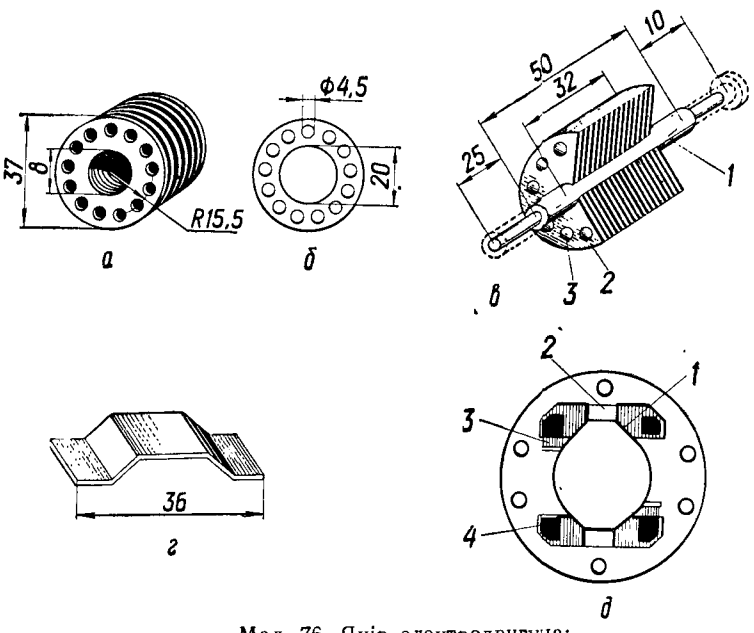
Після того як внутрішньому отвору надано потрібної форми, розберіть осердя, зачистіть пластини від задирок і покрийте бакелітовим або іншим ізоляційним лаком один бік кожної пластини. Після природного сушіння протягом 3—4 годин при кімнатній температурі знову складіть пластини в пакет і скріпіть двома болтами М4 (№ 1 і 4 на мал. 75, *а* і *б*). Під час складання обмотайте болти калькою.

Обмотка статора складається з пускових витків і двох котушок. Два пускових витки виготовляють з листової міді або латуні завтовшки 0,5 *мм*. Всі розміри і форми витків наведено на мал. 75, *в*. Котушки статора намотують проводом ПЭВ або ПЭЛ. Для електродвигуна на 220 *в* кожна котушка має 1200 витків проводу діаметром 0,15 *мм*, а для живлення від мережі 127 *в* — 670 витків проводу діаметром 0,2 *мм*.

Котушки намотують на дерев'яному шаблоні. Провід слід намотувати рівно і щільно виток до витка. Виводи роблять гнучким монтажним дротом, кінці якого припаюють до кінців намотаного проводу. Під час намотування котушки кожний шар намотки слід змазувати ізоляційним лаком марки ГФ-95, це заміняє просочування. Після просушування до повного затвердіння лаку котушку можна зняти з шаблона і акуратно обгорнути її стрічкою з кальки, а потім ізоляційною стрічкою. Останньою операцією буде надання котушці тієї форми, яка показана на мал. 75, *г*.

Складати статор починають з насаджування пускових витків, а потім і котушок на полюси. Потім пускові витки і котушки закріплюють нитками і клеєм БФ-2.

Осердя якоря електродвигуна виготовляють подібно до того, як виготовляють статор. Виріжте пластини з квадрата 37×37 *мм* тим самим способом, що й пластини для статора. Товщина має бути 35 *мм*. Пластини стягніть болтом, який ви застосовували під час складання статора. Цей болт тепер буде віссю двигуна. У пакеті якоря зробіть 13 отворів по колу і одне в центрі. Положення отворів і їх діаметр показано на мал. 76, *а*. З листової міді або латуні завтовшки 1—1,5 *мм* виготовте дві шайби з отворами, які збігаються з отворами пластин якоря. Отвори з одного боку роззенкуйте. Крім



Мал. 76. Якір електродвигуна:

а — пакет пластин; *б* — шайба; *в* — складений якір: *1* — болт, *2* — шайба, *3* — шпилька; *г* — магнітний шунт; *д* — порядок установлення магнітного шунта в статор; *1* — магнітний шунт, *2* — прокладка, *3* — виток, *4* — обмотка.

цього, виготовте 13 шпильок з мідного або латунного прутка діаметром 4—5 *мм*. Ці шпильки під час складання пакета вставте в отвори якоря, а при остаточному складанні ці шпильки з деяким натягом заженіть в отвори мідних шайб і розклепайте їх. Довжина шпильок 40 *мм*.

Якір можна обробити в лещатах напилком, але ця робота вимагає великої точності, тому краще обточити його на токарному верстаті. Оброблений якір повинен мати зовнішній діаметр 35,5—36 *мм*.

Готовий якір треба прогріти до температури 300°С і в нагрітому стані пропаяти кінці шпильок для міцного контакту з шайбами.

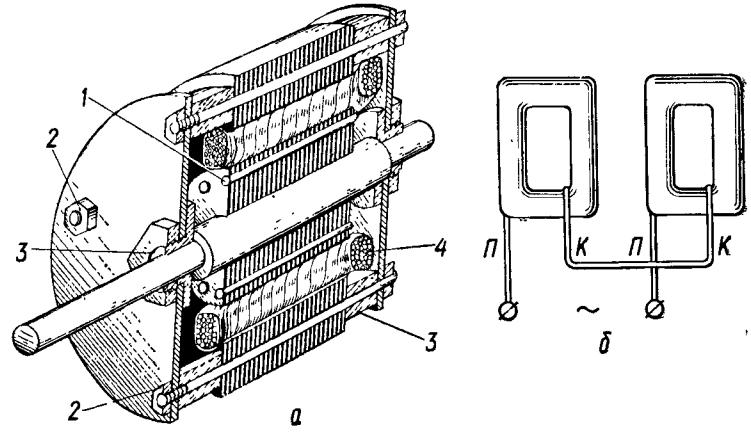
Щоб вісь міцно кріпилася в якорі, її треба обгорнути шаром паперу, намазаного клеєм БФ-2, а потім несильними ударами дерев'яного молотка забити в осердя.

Якір у складеному вигляді показано на мал. 76, *в*.

Перед складанням електродвигуна виготовте магнітний шунт з покрівельного заліза завтовшки 0,6—0,7 *мм*. Розміри пластин шунта 25×45 *мм*. Форму і довжину магнітного шунта після згинання показано на мал. 76, *г*, а встановлення шунта — на мал. 76, *д*. Щільного прилягання шунта до країв полюсів досягають за допомогою гумової прокладки *2*.

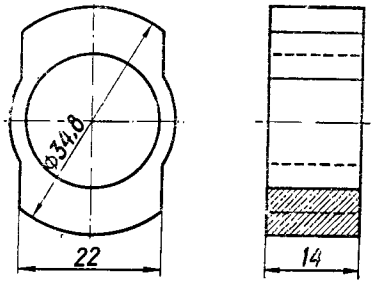
Як підшипники можна використати втулки від несправних змінних резисторів. Спосіб їх установлення і кріплення видно на мал. 77, *а*.

Складати електродвигун починають з встановлення якоря в статор. Після цього надівають торцеві несучі пластини з підшипниками — втулками, а через торцеві пластини і осердя статора пропускають гвинти № 2, 3, 5 і 6. На гвинти з обох боків надівають шайби, якими регулюють поздовжній люфт. Поздовжнє переміщення, або люфт, має бути 0,5—1,0 *мм*. Якщо люфт великий, а шайби надто тонкі, то замість шайб можна використати відрізки мідної або латунної трубки з внутрішнім діаметром 4—5 *мм*. Висота цих відрізків визначається за місцем. Зазор між статором і його якорем повинен бути порядку 0,5—0,7 *мм*. Рівномірність зазора регулюють під час складання в невеликих межах переміщен-



Мал. 77. Електродвигун для магнітофона:

а — складальне креслення (розріз): *1* — шпилька, *2* — гайки, *3* — втулки, *4* — обмотка; *б* — схема з'єднання котушок статора.



Мал. 78. Доробка статора мікроелектродвигуна ДП-6.

ням підшипника при віджатій закріпній гайці. Перед випробуванням треба старанно перевірити стягування кріпильними гвинтами. Котушки між собою з'єднують згідно із схемою, яку наведено на мал. 77, *б*.

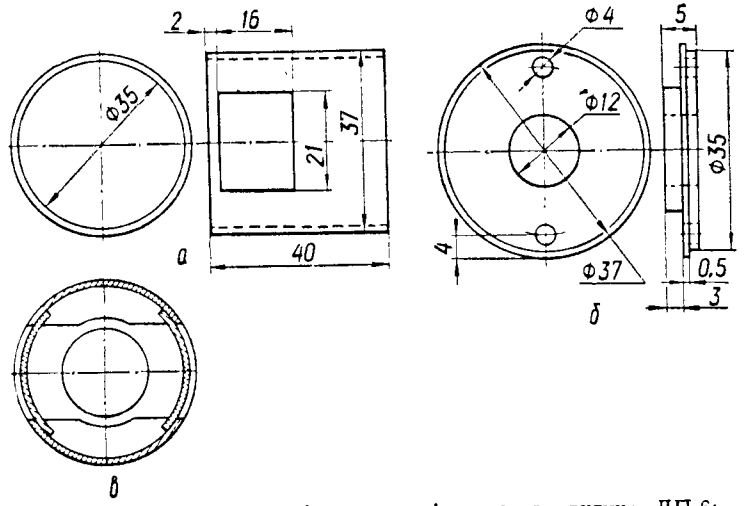
Випробовування можна проводити, переконавшись в тому, що обмотки з'єднані правильно і немає короткого замикання.

Удосконалення мікроелектродвигуна. У продажу завжди є в широкому асортименті мікроелектродвигуни московського заводу «Чайка» для електромеханічних іграшок. Вони недорогі, і їх можна використовувати не тільки для електромеханічних іграшок, а й для складніших і практичних виробів.

Одним з найпоширеніших двигунів цієї групи є ДП-6. Його вдосконалення слід починати з виготовлення металевого корпуса замість пластмасового, оскільки в разі використання в безпосередній близькості до підсилювача НЧ двигун під час роботи створює сильні наведення на колі підсилювача. Щоб запобігти цьому небажаному явищу, треба виготовити корпус з м'якої сталі. Перед тим, як виготовляти металевий корпус, треба відрізати ножівкою кришки статора, а сам статор обточити зовні на токарному верстаті до діаметра 34,8 *мм*, як це показано на мал. 78.

На мал. 79 показано креслення корпуса, який складається із циліндричної частини (мал. 79, *а*) і двох кришок (мал. 79, *б*). В передній кришці роблять отвір діаметром 4 *мм* для кріплення щіткотримача, а в циліндричній частині корпуса прорізують два прямокутних вікна. Статор запресовують у корпус з двома прокладками з бронзової фольги розміром 30×22×0,4 *мм* кожна так, щоб магніти статора розміщалися біля вікон корпуса (мал. 79, *в*).

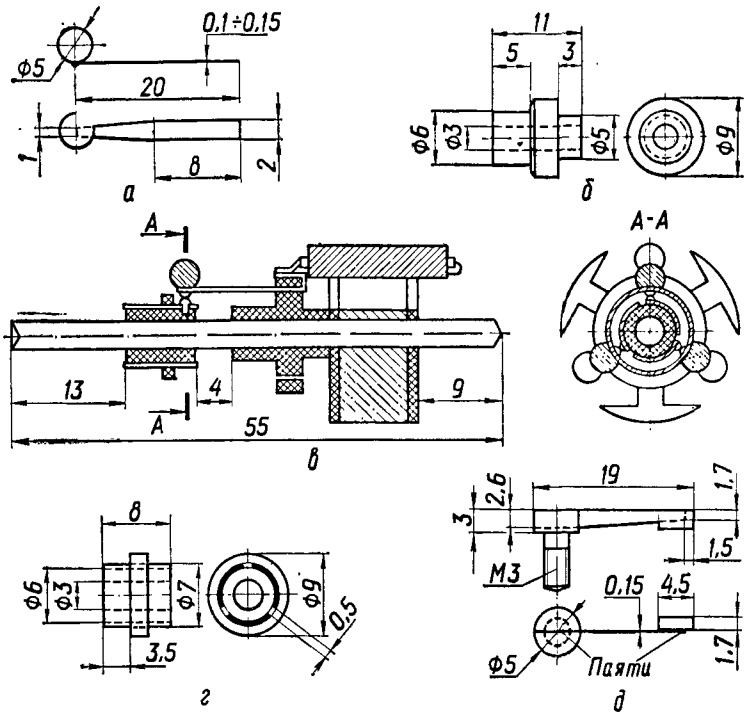
У центральні отвори кришок (мал. 79, *б*) вставляють шарикопідшипники розміром 3×10×4 *мм* (№ 23 ГОСТ 8338-57). Між отворами і підшипником роблять гумову



Мал. 79. Деталі модернізованого мікроелектродвигуна ДП-6:
а — циліндрична частина металевого корпуса; *б* — кришки (2 шт.); *в* — розміщення магнітів статора.

прокладку у вигляді кільця для звукоізоляції. Розмір гумового кільця 12×9,4×3 *мм*.

Далі переробляють ротор. Вісь ротора і колектора заміняють новими. Крім того, ротор перемотують. Роблять це в такій послідовності. Змотують обмотку, пластини ротора знімають з осі, а центральний отвір в них розсвердлюють до 3 *мм*. На кожний полюс ротора намотують по 160 витків проводу ПЭВ-1 діаметром 0,23 *мм*. Схема з'єднання обмоток залишається попередньою, але кінці обмоток припаюють не до ламелей колектора, а до плоских пружин відцентрового регулятора. Як пружини можна використати пластини від малогабаритних реле, що мають на кінці срібні контакти. Для зменшення жорсткості пружини пластини обточують на наждачному крузі до розмірів, що їх вказано на мал. 80, *а*. Кінці пружин роблять важчими, на них напаюють трохи припою. Нагріваючи паяльником протилежний кінець пружини, пропускають його через буртик втулки (мал. 80, *б*), виготовленої з оргскла, після чого відгинають, як показано на мал. 80, *в*. Втулку колектора виточують також з оргскла (мал. 80, *г*). На неї клеєм БФ-2 наклеюють три однакові ламелі, зігнуті по радіусу втулки.



Мал. 80. Перероблення ротора (якоря):
а — пружини після обточування; *б* — втулка з оргскла; *в* — ротор (у двох проекціях); *г* — втулка колектора з оргскла; *д* — плоскі пружини із щітками.

Розмір ламелей добирають дослідним шляхом з урахуванням зазора між ламелями по 0,5 *мм*. Після приклеювання ламелей на колектор надівають кільце, виточене з оргскла. Розмір кільця 7×6×2 *мм*. Це кільце ділить колектор на дві нерівні частини, одна з яких використовується для контакту із щітками, а друга — для установлення контактів відцентрового регулятора. Щітки застосовують ті самі, а плоскі пружини заміняють на більш гнучкі (мал. 80, *б*). До вузького кінця пружини припаюють щітку. Широкий кінець пружини вставляють у шліц гвинта-тримача і припаюють.

Силу притискання щіток до колектора підбирають під час регулювання складеного двигуна повертанням гвинтів щіткотримача.

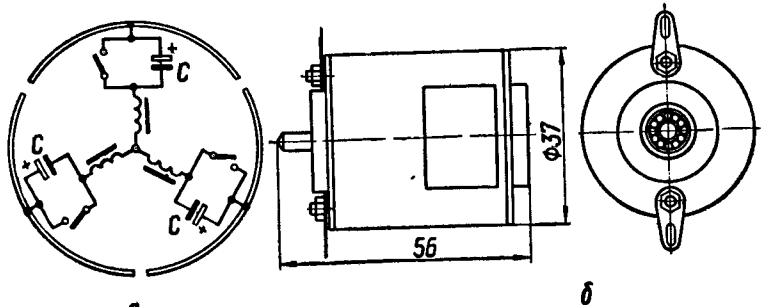
Щоб зменшити обгоряння контактів відцентрового регулятора, в електричну схему мікроелектродвигуна вмикають три електролітичні конденсатори з робочою напругою 6 *в* і ємністю по 5 *мкф* кожний. Конденсатори добирають з малогабаритних, а розміщають їх між полюсами ротора і кріплять до ротора міцною ниткою. Електричну схему з'єднання обмоток і вмикання конденсаторів показано на мал. 81, *а*.

Регулювання мікроелектродвигуна після переробки зводиться до встановлення щіток у певному положенні відносно полюсів статора. Це здійснюють поворотом кришки з щіткотримачем. Мінімальний рівень показів міліамперметра на 250 *ма*, ввімкнутого послідовно з мікроелектродвигуном, відповідає найкращому положенню щіток.

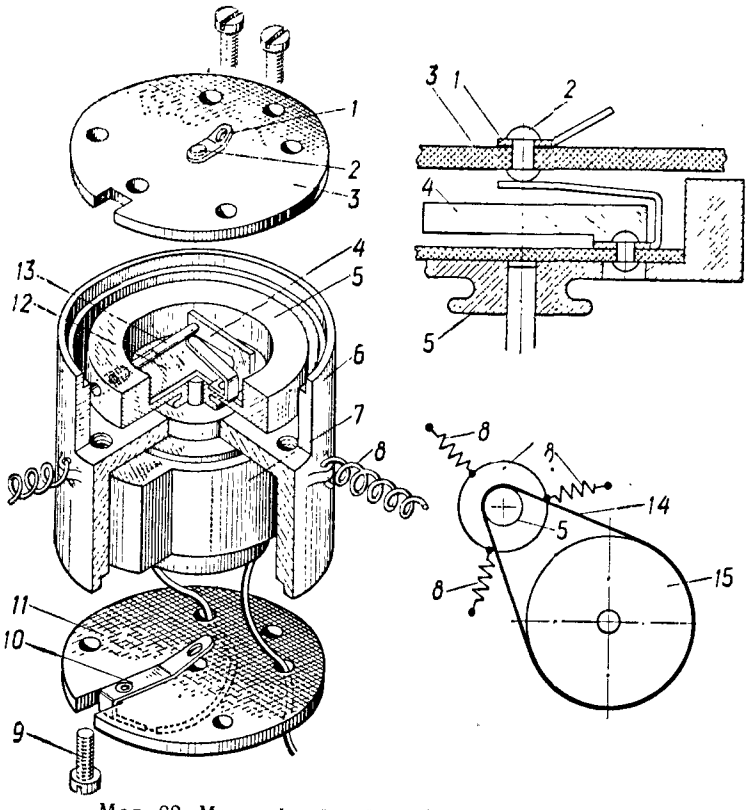
Можна також рекомендувати зменшити струм холостого ходу, зменшивши радіус колектора і замінивши існуючі щітки на дротяні. Загальний вигляд мікроелектродвигуна ДП-6 після вдосконалення з насадженим на вісь шківом показано на мал. 81, *б*.

Удосконалений таким чином мікроелектродвигун ДП-6 можна використати в саморобному малогабаритному програвачі на транзисторах, складних електронних іграшках і ряді інших приладів, що їх виготовляють юні техніки.

Мікроелектродвигун ДП-10. Промисловість випускає серію високоякісних малогабаритних електродвигунів.



Мал. 81. Модернізований мікроелектродвигун:
а — електрична схема з'єдиання обмоток і ввімкиення конденсаторів; *б* — загальний вигляд мікроелектродвигуна ДП-6.



Мал. 82. Модернізація мікроелектродвигуна ДП-10:
1 і *10* — струмознімачі; *2* — заклепка; *3* і *11* — ізоляційні кришки; *4* — контакт; *5* — маховик; *6* — екран; *7* — мікроелектродвигун ДП-10; *8* — пружини (3 шт.); *9* — гвинт М2 (6 шт.); *12* — ізоляційна основа; *13* — регулювальний гвинт; *14* — пасик; *15* — шків виконавчого механізму (умовно).

Проте незавжди є можливість їх придбати і вони дорого коштують.

Двигун ДП-10, призначений для електромеханічних іграшок, порівняно недавно стало можливим застосувати у програвачах і магнітофонах на транзисторах. Інженер В. Бродкін запропонував удосконалити цей мікроелектродвигун з метою його застосування в любительських конструкціях портативних магнітофонів з котушками № 10, що містять 100 *м* стрічки типу 2 або 6, або ж 150 *м* типу 10.

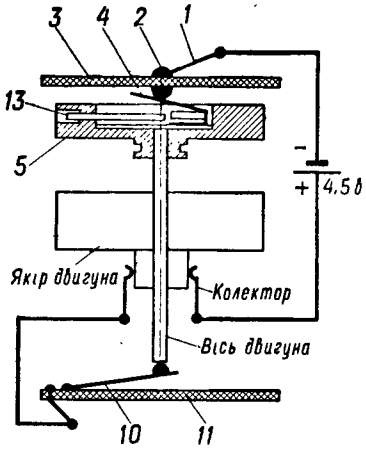
Для зменшення рівня шуму, що його створює колектор, двигун *7* (мал. 82) слід помістити в металевий екран *6* циліндричного типу і залити епоксидною смолою холодного твердіння. Перед тим, як помістити двигун в екран, виводи колекторних контактів треба змазати пластиліном, щоб смола не проникала всередину двигуна. При заливанні смолою слід мати на увазі, що рівень смоли не повинен перекривати втулку на задній кришці двигуна.

Крім зниження рівня шуму, треба добитися можливого зниження рівня електричних завад, що створюються іскрінням колектора. Цього досягають за допомогою екрана, в який уміщено двигун. Циліндричний екран виготовляють із сталі АРМКО або сталі Ст.3.

Зменшити рівень шуму можна також амортизацією, якої досягають підвішуванням двигуна, вміщеного в екран, на пружинах. Як це роблять, показано на тому самому малюнку. Екран *6* кріплять до шасі приладу за допомогою трьох витих стальних пружин *8*, один кінець яких просовують у вушка екрана, а другий — в отвори на шасі. Слід мати на увазі, що від ступеня натягу пружин, від їх еластичності залежить рівень акустичної ізоляції.

Крім перелічених удосконалень, потрібно зробити ще пристрій для стабілізації швидкості. Найнадійнішим способом стабілізації швидкості є електромеханічний. Для його здійснення в коло живлення вмикають додатковий контакт, що розмикається, коли двигун досягне заданої швидкості обертання. Після цього він знеструмлюється і зменшує оберти. Потім контакт знову замикається і коло живлення відновлюється. Робоча поверхня контакту має бути посріблена.

На мал. 83 зображено електричну схему удосконаленого двигуна. Вузол електромеханічної стабілізації швидкості складається з маховика *5* і контактної системи, до якої входять струмознімачі *1* і *10* та контакти *4*. Маховик *5* має канавку для пасика *14*, за допомогою якого двигун зв'язаний з елементами кінематичної схеми магнітофона або програвача. Струмознімач *1* закріплений на ізоляційній кришці *3* за допомогою заклепки *2*. Головка цієї заклепки має бути правильної сферичної форми і гладенько відшліфована. Контакти виготовляють з фольги фосфористої бронзи завтовшки 2 *мм*.



Мал. 83. Електрична схема модернізації мікроелектродвигуиа ДП-10.

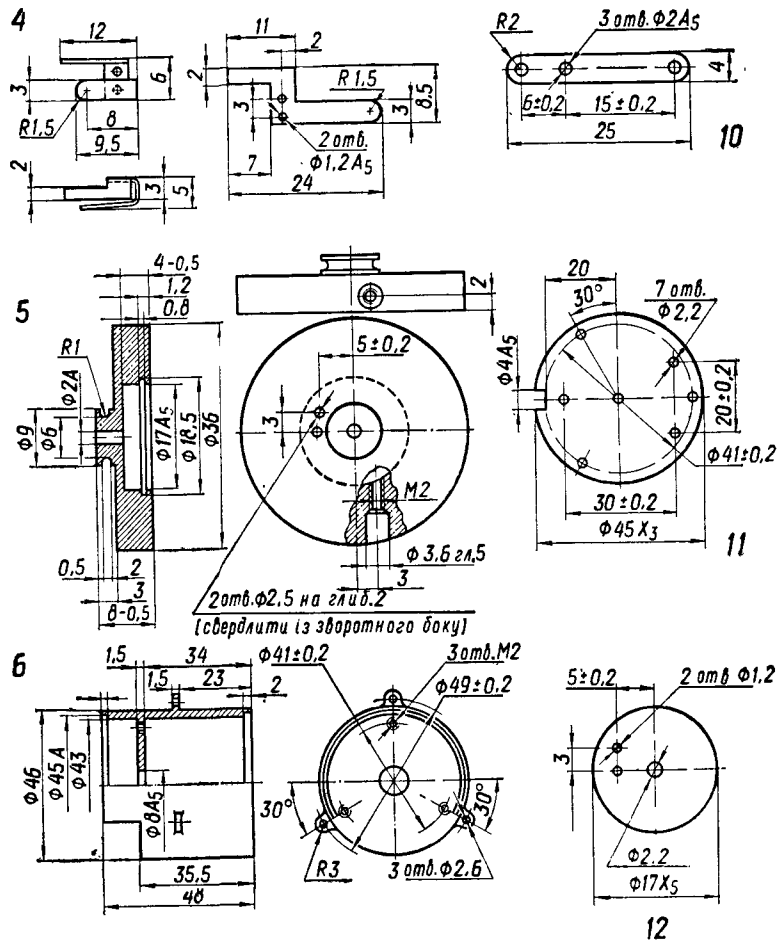
Кріпиться контакт на ізоляційній основі *12*, яка вклеєна в маховик *5*. На кінець контакта *4* напаюють 0,8—1,2 *г* припою, що збільшує відцентрову силу переривника. Завдяки цьому двигун стає чутливішим до зміни швидкості. Після склеювання основи *12* з контактом *4* у нього викручують гвинт (М2×20) і після цього вузол вважається готовим, його можна балансувати так само, як це робили простим електродвигуном. На осі двигуна маховик *5* закріплюють клеєм БФ-2. Верхню кришку *3* прикріплюють до екрана *6* трьома гвинтами М2×16, для чого в екрані роблять три отвори з різьбою М3.

У нижній кришці *11* двома порожнистими заклепками 2×4 *мм* приклепують струмознімач *10*, після чого кришку трьома гвинтами М2×16 пригвинчують до екрана. Струмознімач *10* доторкається до осі двигуна і забезпечує надійний електричний контакт з віссю. На мал. 84 показано креслення деталей, потрібних для описаного удосконалення. Нумерація деталей та сама, що і на мал. 82 і 83.

На закінчення слід зазначити, що описаний електромеханічний стабілізатор швидкості має один досить неприємний дефект. Внаслідок іскріння, яке можливе під час роботи цього пристрою, передчасно руйнуються контакти. Усунути цього не можна, бо не можна розібрати двигун, залитий епоксидною смолою.

Щоб запобігти передчасному руйнуванню контакта, можна рекомендувати ввімкнути в коло живлення двигуна електронну схему, запропоновану інженером М. Онацевичем в журналі «Радио» № 6 і 7 за 1969 рік.

Удосконалений мікроелектродвигун ДП-10 можна з успіхом застосовувати в одно- і тримоторних кінематичних схемах портативних магнітофонів.



Мал. 84. Креслення деталей, потрібних для модернізації.

Для живлення двигуна досить мати джерело напруги 4,5—6,0 *в*. Споживаний струм не перевищує 100 *ма*. Двигун забезпечує швидкість обертання в межах 1800—2000 *об/хв*.

VI. ПРИЙОМИ МОНТАЖУ РАДІОЕЛЕКТРОННИХ СХЕМ

1. ЗВИЧАЙНИЙ МОНТАЖ

Будь-якому монтажу, як правило, передує добір необхідних деталей, матеріалів. Крім того, треба набути навичок виконання монтажу і окремих прийомів. Справді, перш ніж припаяти деталь, треба навчитися тримати паяльник, вміти облудити його, знати, як користуватись припоєм, флюсом тощо.

Деталі, які купують готовими (резистори, конденсатори, лампи, панельки для них, транзистори і діоди), добирають за специфікацією*, яку неважко скласти за принциповою електричною схемою. Всі деталі і вузли на схемі зображено умовними фігурами (позначеннями). Ці позначення треба знати, як таблицю множення.

Вивчаючи умовні позначення, прийняті для складання принципової схеми, слід звернути увагу на те, що прямокутники, якими позначені резистори, мають різну кількість по-різному розміщених рисок. Так, одна, розміщена по діагоналі, позначає потужність 0,25 *вт*; така сама риска, розміщена по центру вздовж усього прямокутника,— 0,5 *вт*; упоперек прямокутника — 1,0 *вт*. Прямокутник без рисок, до якого підведена стрілочка, позначає змінний резистор, що застосовується найчастіше, як регулятор гучності або тембру.

Під час монтажу слід звертати увагу на всі позначення, бо інакше можна допустити помилку — поставити резистор чи іншу деталь досить великого габариту і зайняти багато місця або, що значно гірше, поставити резистор меншої потужності і він згорить від перевантаження.

Будьте уважні під час монтажу деталей!

Під час монтажу насамперед слід звернути увагу на монтажні проводи. Це гнучкі багатожильні проводи перерізом 0,35—0,5 *мм* у поліхлорвініловій оболонці, а також проводи з однією жилою в такій самій ізоляції і такого самого перерізу. Гнучкі багатожильні проводи мають марку ПМВГ і застосовуються в тих випадках,

* Специфікація — список деталей із зазначенням номера за схемою, номінального значення деталі, напруги, на яку розрахована деталь та ін.

коли провід прокладають з великою кількістю згинів і на великій відстані. Одножильні проводи мають марку ПМОВ і застосовуються на малих відстанях і по прямій лінії. Крім зазначених марок монтажних проводів, існують і багато інших. У додатку до цієї книжки вміщено таблицю проводів різних марок, які можна застосовувати замість згаданих.

Монтажні проводи в поліхлорвініловій оболонці мають різне забарвлення і для зручності монтажу рекомендується застосовувати саме такі проводи. Проте, якщо немає такої можливості, можна користуватись і одноколірними проводами, але тоді треба бути дуже уважним при розпаюванні кінців проводів, оскільки, переплутавши кінці, можна зробити непоправну помилку — спалити монтаж. Можна ще рекомендувати зафарбовувати кінці проводів різними фарбами, але це додаткова робота, якої звичайно намагаються уникнути.

Особливістю будь-якої радіоапаратури, в тому числі і магнітофонів, підсилювачів та інших пристроїв, є наявність кіл, що мають струми високої частоти, і велике підсилення в деяких колах і каскадах. Це призводить до виникнення шкідливих взаємозв'язків, або, як їх називають, паразитних зв'язків. Виникнення паразитних зв'язків створює перешкоди або порушує роботу сусіднього каскаду. Ось чому важливо правильно розмістити деталі і вузли.

Більшість юних радіоаматорів знає, що таке монтажна схема. Наявність такої схеми дає змогу правильно розмістити вузли монтажного приладу. Проте з часом доводиться працювати, користуючись лише принциповою схемою. Тому слід ознайомитися з правилами розміщення вузлів і деталей та причинами виникнення паразитних зв'язків.

Усі радіоприлади мають такі основні кола: а) живлення постійним струмом, б) живлення змінним струмом, в) кола звукової частоти, г) високочастотні кола.

Особливу увагу слід звернути на можливість впливу кола живлення змінним струмом на кола звукової частоти, що може спричинити появу фону — звуку глухого тону, який прослуховується в гучномовці одночасно з основною звуковою програмою.

Кола звукової частоти, як і високої, можуть сприймати паразитні наведення з боку інших кіл, а при ве-

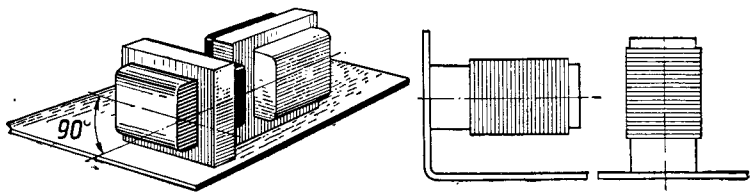
ликих напругах і великому струмі самі можуть створювати наведення на інші кола. Ці наведення тим більші, чим більше каскадів підсилення ввімкнуто після проводу, що несе струми високої частоти, і чим довший цей провід. Ось чому довгі проводи в таких колах треба екранувати. Для цього провід вміщують в гнучку металеву оболонку і припаюють до шасі.

Найбільш чутливі до всяких паразитних наведень проводи, з'єднані з анодами і сітками ламп. Усі проводи з несучими струмами звукової або високої частоти мають бути, по можливості, коротші, і прокладати їх треба прямолінійно. Особливо довгі проводи цих кіл слід екранувати.

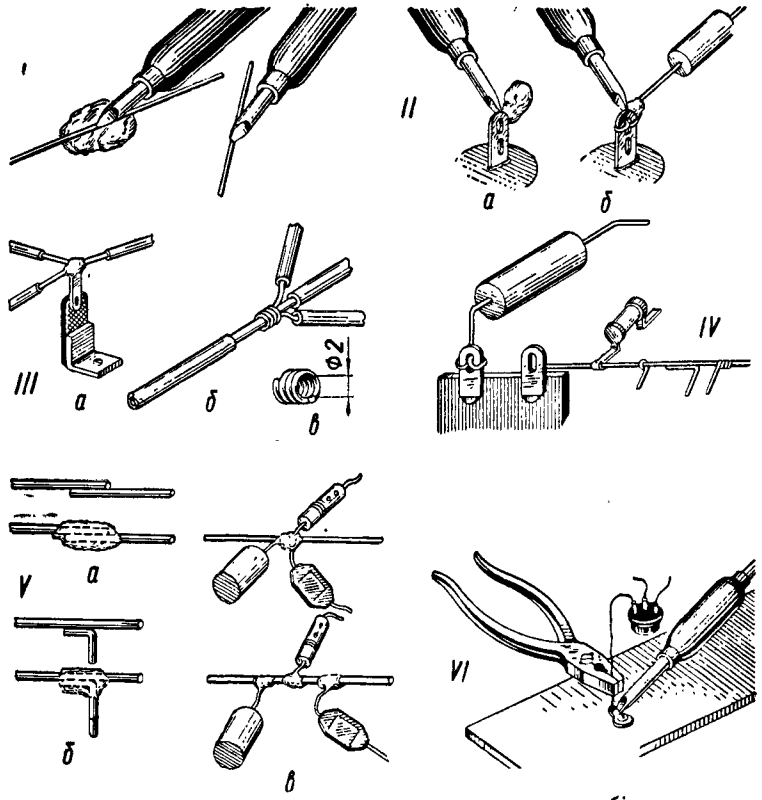
Джерелами сильних полів, здатних створювати великі паразитні зв'язки є котушки, дроселі і трансформатори. Одночасно вони самі дуже чутливі до частотних полів. Запобігти паразитним зв'язкам можна, віддаляючи ці пристрої один від одного або змінивши взаємне розміщення їх осей, а також екрануванням. На мал. 85 показано найзручніше розміщення трансформаторів і котушок, яке виключає взаємовплив. Нарешті, важливе значення має так званий зв'язок за живленням. Це паразитні зв'язки, що виникають внаслідок проходження по одних і тих самих колах струмів різних каскадів. Позбутись або звести до мінімуму ці зв'язки можна схемним способом, тобто способом виготовлення розв'язувальних фільтрів, які зустрічаються у складніших електричних схемах.

Слід зауважити, що однією з основних вимог під час монтажу є міцне заземлення, тобто припаювання відповідних кінців до шасі.

Будьте уважні і не забувайте припаяти на «масу» кінці проводів з відомими вам умовними позначеннями!



Мал. 85. Правильне розміщення котушок і трансформаторів на шасі.



Мал. 86. Прийоми і правила монтажних робіт:
I — лудження провода паяльником; *II* — кріплення до лінійки: *а* — лудження стояка; *б* — припаювання виводів конденсаторів до стояка; *III* — з'єднання кількох проводів або елементів схеми (конденсаторів, резисторів тощо) в одній точці: *а* — на ізольованому від шасі стояку, *б* — на проводі за допомогою спіралі, *в* — спіраль; *IV* — комбінована ділянка монтажу; *V* — способи паяння: *а* — двох проводів прямо, *б* — двох проводів на кут, *в* — грьох елементів схеми; *VI* — спосіб паяння виводів транзисторів.

Велике значення має надійність монтажу, яка, насамперед, залежить від міцної пайки, а також від правильного зачищення і заправляння кінців монтажного проводу, виводів резисторів, конденсаторів, трансформаторів і дроселів.

Паяння звичайно виконують електричним паяльником невеликого розміру, а коли треба виконати дуже дрібну пайку, на робочу частину паяльника роблять дротяну насадку (див. мал. 5, *б*). Як припій застосовують оло-

в'яно-свинцевий припій марки ПОС-40 або ПОС-50 (цифра позначає процент вмісту олова в припої).

Перш ніж приступити до паяння, слід зачистити, а потім заправити кінці проводів, виводи котушок або іншої деталі, що припаюють. На мал. 86 показано, як правильно зачищати, зробити структуру, заправити кінці проводів і виводи перед паянням.

Велике значення для міцності пайки має також знежирювання місць пайки. Під час монтажу радіопристроїв не прийнято знежирювати місця пайки кислотами, бо це спричиняє їх окислення в процесі користування тим чи іншим приладом. Нагрівання місць пайки паяльником також спричиняє окислення або появу легкої окалини. Щоб запобігти цьому, місця пайки облуджують (див. мал. 86), тобто покривають тонким шаром розплавленого олова або припою з одночасним добавленням флюсу. Як флюс під час монтажу будь-яких радіопристроїв застосовують каніфоль. Її можна придбати в господарчих магазинах або в магазинах музичних інструментів.

Високі якості монтажу, зокрема і пайки, може досягти кожний, але для цього треба мати навички. Тому не слід втрачати надію на успіх, якщо спершу будуть невдачі і помилки. Навички набувають досвідом, а досвід вимагає часу і наполегливості.

2. ДРУКОВАНИЙ МОНТАЖ

У так званому друкованому монтажі немає проводів. Всі вони замінені плоскими мідними лініями, що нанесені на плати з ізоляційного листового матеріалу — гетинаксу. Ці плоскі мідні лінії різної форми, що утворюють химерний рисунок, можуть бути нанесені способами електрохімічного осадження металу на плату чи хімічного травлення тонкої фольги, приклеєної до листового гетинаксу.

Більшість радіоелектронних пристроїв, у тому числі і аматорських, виконано способом друкованого монтажу на фольгованому гетинаксі.

Фольга з фосфористої бронзи може бути наклеєна як на один бік, так і на два боки листа гетинаксу. Це дає змогу, залежно від насиченості монтажної схеми, розміщати з'єднувальні лінії і деталі на одному чи на обох боках плати.

При заводському виробництві радіоапаратури з'єднувальні лінії наносять за допомогою друкарської (офсетної) машини. Звідси і назва «друкований монтаж», прийнята в технічній документації і технічній літературі.

У промисловому виробництві друкований монтаж нерідко застосовують не тільки для з'єднувальних ліній, а й для деяких деталей, як-от: резистори, конденсатори, обмотки котушок індуктивності і навіть трансформаторів.

У радіоаматорській практиці юних техніків широко застосовується лише друкований монтаж з'єднувальних ліній.

Друкований монтаж на фольгованому гетинаксі виконують так. На металізовану поверхню наносять рисунок монтажу за допомогою спеціальної фарби. Оскільки її склад антикислотний, то після електрохімічного або хімічного травлення залишаються тільки лінії, а вся інша фольга витравлюється, тобто розчиняється в кислотній ванні.

До з'єднувальних ліній, що залишилися, припаюють складові елементи монтажу: резистори, конденсатори, виводи транзисторів, контурних котушок, дроселів і трансформаторів. У місцях пайки установлюють порожнисті латунні заклепки, до яких зручно припаювати виводи зазначених деталей і вузлів.

Друковані плати з навісним монтажем можна виготовити самому. При наявності фольгованого гетинаксу можна рекомендувати перший варіант, а при наявності звичайного гетинаксу або текстоліту — другий.

Перший варіант — найпростіший. Плату, вирізану з фольгованого гетинаксу за заздалегідь визначеними розмірами, покривають кислотостійким лаком, наприклад, бітумним або асфальтобітумним і підвішують для сушіння. Плату підвішують на дроті, продітому в заздалегідь зроблений отвір. При кімнатній температурі сушіння триває 5— 6 *год.* Розчинником лаку є скипидар, який застосовують в разі потреби для розведення лаку.

Після висушування на плату наносять рисунок схеми, який заздалегідь виготовляють на папері або кальці. Роблять це за допомогою кулькової ручки і копію-

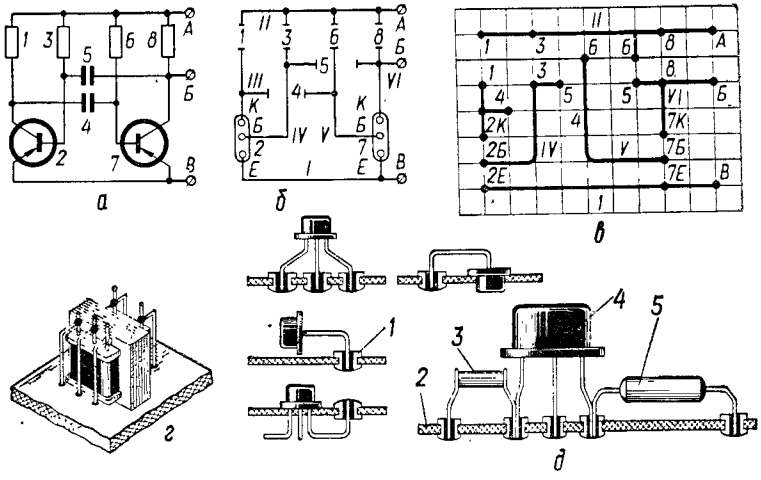
вального паперу. Після того як рисунок перенесено на плату, його контури треба продряпати голкою, а потім прорізати і очистити непотрібні місця від лаку лезом безпечної бритви або скальпелем. Тепер починають травити.

Травлення здійснюють у розчині хлорного заліза густини 1,36 *г/см²* протягом 40—60 *хв*. Після того як фольга витравиться, із з'єднувальних ліній, що залишилися під асфальтовим лаком, скальпелем акуратно зчищають лак і промивають плату розчином скипидару, а потім теплою водою.

Для травлення зручно використовувати емальовану ванночку, яку застосовують для фотолабораторних робіт Процес травлення значно прискорюється, якщо ванночку злегка похитувати.

За другим варіантом плату вирізають із звичайного гетинаксу, текстоліту або іншого ізоляційного матеріалу. На кусочок фольги завтовшки 0,01—0,04 *мм* з фосфористої або берилієвої бронзи, латуні або міді наносять рисунок з'єднувальних ліній повністю або частково і акуратно вирізають мініатюрними манікюрними ножицями і наклеюють на плату клеєм БФ-2, БФ-4, БФ-12 або ВИАМ Б-3. Фольгу перед тим, як на неї буде нанесено рисунок, протирають від пилу, з неї знімають шар окису, а потім знежирюють її ацетоном або очищеним бензином.

Плату також протирають очищеним бензином або ацетоном. Клей тонким шаром наносять на плату і на вирізані з'єднувальні лінії. Після цього плату і з'єднувальні лінії просушують. Коли відлипання буде незначне, на склеювані деталі наносять другий шар клею, який просушують протягом 15—20 *хв*, а потім на підготовлену таким чином плату накладають з'єднувальні лінії. Це треба робити дуже акуратно за рисунком, нанесеним на плату за допомогою кулькової ручки через копіювальний папір. Після цього на плату накладають кальку і валиком, призначеним для фоторобіт, прокатують поверхню плати. Потім плату затискують за допомогою струбцин або преса і двох пластин з дюралюмінію, гетинаксу або фанери. В такому стані плату залишають для висушування протягом двох діб при нормальній кімнатній температурі. Замість струбцин або преса можна використати ручні лещата або лещата для



Прийоми розробки і здійснення друкованого монтажу електричних схем:
1 — порожниста заклепка; *2* — плата; *3* — резистор; *4* — транзистор; *5* — конденсатор.

столярних робіт. Після висихання з плати теплою водою змивають кальку.

У виготовленій одним з описаних способів платі в місцях, де кріпитимуться деталі, свердлять отвори, в які вставляють порожнисті заклепки.

Якщо є тільки принципова електрична схема, то процесу виготовлення плати передує розробка друкованої монтажної схеми.

На мал. 87, *а* зображено зразок принципової схеми на двох транзисторах, а на мал. 87, *б* — проміжну монтажну схему того самого пристрою. На мал. 87, *в* показано друковану плату, рисунок якої перенесено на гетинакс. Способи кріплення різних елементів схеми до друкованої плати показано на мал. 87, *г* і *д*.

На проміжній і монтажній схемі римськими цифрами позначено шини друкованого монтажу, а елементи схеми — арабськими. Мал. 87, *в* виконують з урахуванням габаритів і кількості виводів деталей.

VII. ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ РОБОТІ З ЕЛЕКТРИЧНИМ СТРУМОМ

Перш ніж приступити до монтажу підсилювача або будь-якого іншого електронного пристрою, треба ознайомитися з правилами безпеки.

Підсилювач — складний електронний пристрій. Більшість його електричних кіл перебуває під напругою, небезпечною для життя людини. Проте це не означає, що виготовити і налагодити підсилювач недоступно.

Точно додержуючи правил техніки безпеки, працюючи уважно, без поспіху, можна легко уникнути неприємних, а часом і небезпечних випадків.

Часто радіоаматори перевіряють наявність напруги пальцями, вважаючи, що напруга в електричному колі не є небезпечною для життя. Багато хто вважає, що можна безпечно доторкатися до «малопотужних» джерел струму, як-от: силові трансформатори, заряджені конденсатори тощо. Думка ця нічим не обгрунтована і спростовується при першому ознайомленні з основними властивостями електричного струму.

Небезпека ураження. Вплив електричного струму на організм людини залежить від сили струму, що проходить через тіло людини: від частоти, від того, яка ділянка тіла зазнає ураження і скільки часу проходить струм через тіло людини; від стану організму в момент ураження і тих умов, у яких перебуває людина в момент ураження.

Струм силою від 50 *ма* майже завжди спричиняє втрату свідомості, а струм понад 100 *ма* — параліч дихальних шляхів і уражає серцеву діяльність людини.

Сила струму в колі залежить від прикладеної напруги і від опору самого кола. Опір людського тіла становить від кількох сотень *ом* до сотень *ком*. Тіло з грубою і сухою шкірою має опір порядку 100—200 *ком*, тіло з тонкою і вологою шкірою — 30—50 *ком*. При несприятливих умовах (робота на сирій землі, на вологій підлозі) при дотиканні до великої площі шасі, що перебуває під напругою, опір тіла зменшується до 1—2 *ком*, що в багато разів збільшує небезпеку ураження електричним струмом.

Знаючи величину небезпечної сили струму і опір тіла людини, неважко визначити і величину напруги, небезпечної для життя. Так, якщо опір людського тіла прийняти умовно за 1 *ком*, а напругу 120 *в*, то сила струму, що може пройти через тіло людини, становить:

$$\frac{120\ в}{1000\ ом} = 0{,}120\ а, \text{ або } 120\ ма.$$

Отже, небезпека ураження електричним струмом перебуває в прямій залежності від опору людського тіла, а значить, і від тих умов, у яких перебувала людина в момент зіткнення із струмоведучими частинами приладу або будь-якого іншого пристрою.

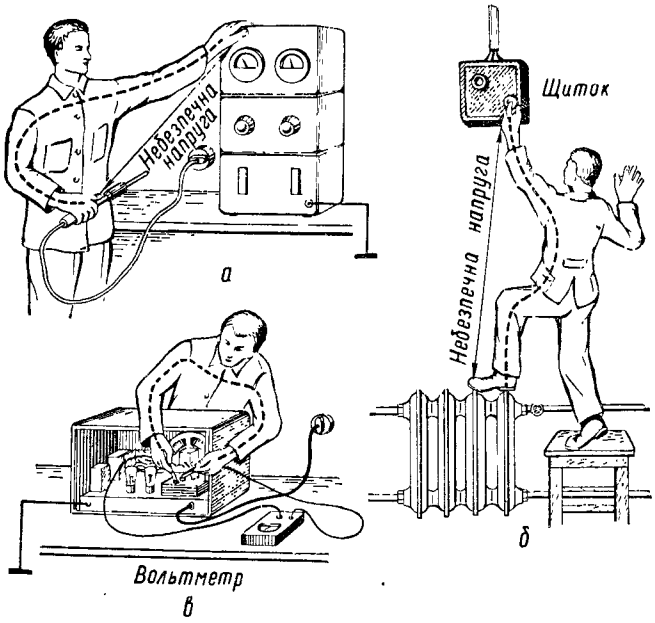
Навіть напруга 50—60 *в* при несприятливих умовах, що знижують опір людини, може завдати великої шкоди і призвести до тяжких наслідків.

Сказане стосується постійного струму і змінного струму промислової частоти 50 *гц*. Із збільшенням частоти відповідно зменшується і небезпека для здоров'я і життя людини. Проте струми високої частоти здатні спричиняти опіки, а струми, що мають частоту понад 30 *Мгц*, шкідливо впливають на організм людини.

Різновиди дотикання. Електричний струм може уражати не тільки під час доторкання до обох полюсів, а й під час однополюсного дотикання. Тим часом випадки однополюсного дотикання дуже часті, коли потрібно замінити запобіжники у анодних колах або сіткових пристроях. Треба завжди додержувати обережності під час роботи з приладами, що мають металевий корпус (мал. 88, *а*), а також під час заміни запобіжників, що перегоріли, в квартирі (мал. 88, *б*).

Найбільш небезпечно доторкатися до двох полюсів джерела струму двома руками, оскільки при цьому струм проходить одночасно через область серця і легень.

Випадки двополюсного доторкання звичайно трапляються під час роботи з силовими трансформаторами, випрямляючими приладами, під час роботи з пристроями, складеними за так званими «безтрансформаторними» схемами живлення, а також під час регулювання і замірювання режимів підсилювальних пристроїв. На мал. 88, *в* показано, як звичайно вимірюють напругу на обмотках силового трансформатора. Найменша помилка може викликати двополюсне дотикання, яке призведе до проходження струму через область серця і легень. На малюнку це показано пунктирною лінією.

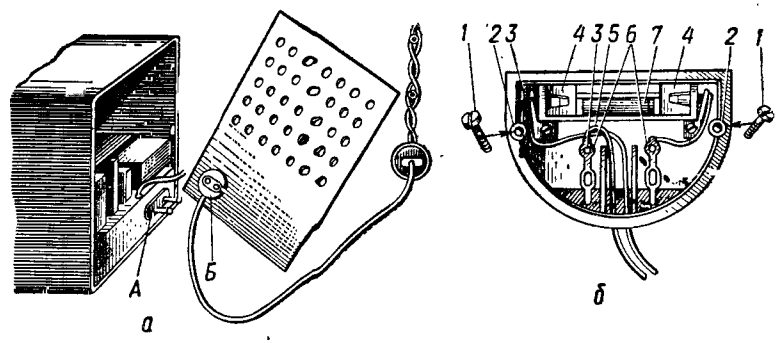


Мал. 88. Види ураження електричним струмом:
а — ураження області серця; *б* — ураження дихальних органів; *в* — загальне ураження.

Правила безпеки. Радіолюбительські конструкції, зокрема і підсилювачі, найчастіше виготовляють у вигляді відкритих макетів і лише після закінчення монтажу вміщують у дерев'яні або пластмасові корпуси.

Перше правило, яке слід знати початківцю: перевіряти кола, заміряти режими, настроювання і регулювання робити тільки після того, як прилад установлено в дерев'яний корпус, а на рукоятки змінних резисторів надіто пластмасові ручки.

Друге правило. Складаючи підсилювач, треба зробити блокування живлення, що подається на підсилювач. Це дасть змогу вимикати напругу одночасно із зніманням задньої стінки. Цей пристрій гарантує від потрапляння під напругу необізнаної людини, а вам нагадає про можливу небезпеку. Автоблокування здійснюють за допомогою спеціальної рознімної розетки, зображеної на мал. 89. Зробіть такий пристрій у вашому підсилювачі, радіомовному приймачі або телевізорі!



Мал. 89. Автоблокування в радіоапаратурі:
а — радіоустановка із знятою задньою стінкою; *А* — вилка; *Б* — розетка; *б* — будова розетки автоблокування: *1* — болтики кріплення розетки до задньої стінки; *2* — отвори для кріплення розетки до задньої стінки; *3* — місця приєднання шнура живлення; *4* — плоскі контактні пружини; *5* — шнур; *6* — контактні пластини, які призначені для контакту з вилкою; *7* — запобіжник.

Третє правило. Пам'ятайте завжди, що навіть після вимикання підсилювача або іншого пристрою на конденсаторах фільтра зберігається залишкова напруга з силою струму, достатнього для ураження людини струмом. Щоб запобігти ураженню електричним струмом, треба взяти за правило обов'язково розряджати конденсатори значної ємності перед тим, як доторкнутися до монтажу і вузлів того чи іншого пристрою. Це легко зробити ізольованим проводом або викруткою з пластмасовою ручкою.

Не доторкайтесь одночасно до шасі і протилежного струмоведучого кінця або заземлених пристроїв, а також пристосувань, з'єднаних із землею (батареї парового опалення, водопровідні труби), і заземляючих пристроїв радіомовних приймачів.

Четверте правило. Виконуючи монтаж, бережіться не тільки дотикання до струмоведучих вузлів, а й опіків від розжарених радіоламп, паяльника, бризок каніфолі, розплавленого припою. Особливо бережіть обличчя!

Виконуючи всі правила безпеки, ви уникнете неприємних наслідків ураження електричним струмом та опіків.

Будьте акуратні і додержуйте правил безпеки!

1. Основні технічні дані деяких електродвигунів та мікроелектродвигунів, що застосовуються в програвачах і магнітофонах

Тип електродвигуна	Напруга живлення, *в*	Швидкість, *об/хв*	Потужність на валу, *вт*	Споживана потужність, *вт*	Пусковий момент, *г/см*	Ємність пускового конденсатора, *мкф*
Електродвигуни змінного струму						
ЭПУ	110	280	3	15	80	1,5
АД-2	127	1480	5	36	500	2,5
АД-5	127	1450	5,2	35	350	2,0
КД-2	127	1450	6	35	400	2,5
КД-3,5	127	1400	6	27	300	2,0
ЭДГ-1	220	2800	2	13	80	0,5
ЭДГ-2	220	2800	5	13	80	0,5
ЭДГ-2П	110	2800	5	35	120	3,0
ЭДГ-4	220/110	2800	2	13	80	0,5
ДАГ-1	220/110	1200	2	14	80	—
ДАП-1	220/127	2800	1	20	30	—
Електродвигуни постійного струму						
ДК-05	12—14	2000	0,50	1,25	25	—
2ДКС-7	5—7,5	2000	0,13	0,60	19	—
ДКС-8	12—16	2000	0,40	0,99	39	—
ДК-17	1—1,5	6000	0,30	—	—	—
4ДКС-8	12—16	2000	0,80	1,75	39	—
ДРВ-0.1	6,5—10	1500	—	0,75	—	—

Мікроелектродвигуни постійного струму для іграшок

Тип МЭД	Напруга живлення, *в*	Струм, *а*	Кількість *об/хв*	Потужність на валу, *вт*	Споживана потужність, *вт*	К.к.д.	Крутний момент *Г/см*
ДП-4	3,7	0,38	2300—6300	0,288	1,41	0,20	9
ДП-6	3,7	0,40	2500—6000	0,288	1,41	0,20	9
ДП-10	3,7	0,44	2100—5900	0,260	1,62	0,15	6
ДП-12	3,7	0,32	1800—3000	0,310	1,30	0,28	7

2. Обмотувальні проводи високого опору

Марка проводу	Характеристика проводу	Питомий опір $\frac{ом \cdot мм}{м}$	Максимально допустима температура, °С
ПЭК	Провід константановий (твердий), ізольований емаллю	0,40—0,48	90
ПЭММ	Провід манганіновий, м'який, ізольований емаллю	0,40—0,48	90
ПЭНХ	Провід нихромовий, ізольований емаллю	1,07	90
ПЭШОК	Провід константановий (твердий), ізольований емаллю і одношаровою обмоткою із шовку	0,46—0,52	90
ПЭШОММ	Провід манганіновий, м'який, ізольований емаллю і одношаровою обмоткою із шовку	0,40—0,48	90

3. Деякі монтажні проводи

Марка провода	Загальна характеристика провода і призначення	Робоча напруга, *в*		Робоча температура, °С	Переріз, *мм²*	Діаметр ізоляції, *мм*	
		Змінна	Постійна			Без екрана	В екрані
МГВ	Провід монтажний, гнучкий, ізольований поліхлорвініловим пластиком, для нерухомого монтажу	380	500	−50÷+70	0,10 0,20 0,35 0,50 0,75 1,00	1,4 1,5 1,7 1,9 2,1 2,5	
МГВЛЭ	Провід монтажний, гнучкий, ізольований поліхлорвініловим пластиком з додатковим обплетенням з бавовняної пряжі, лакований, екранований	380	500	−50÷+70	0,35 0,50 0,75 1,00 2,00 5,00		

Проводи у пластмасовій ізоляції

Марка провода	Загальна характеристика провода і призначення	Робоча напруга, *в*		Робоча температура, °С	Переріз, *мм²*	Діаметр в ізоляції, *мм*	
		Змінна	Постійна			Без екрана	В екрані
МГШП	Провід монтажний, гнучкий із шовковою і поліетиленовою ізоляцією				0,12 0,20 0,35 0,50 0,75	1,3 1,6 1,9 2,2 2,5	— 2,2 2,5 2,8 3,3
МГШПЭ	Те саме, але екранований для рухомих джгутів	1000	—	−50÷+70	1,00 1,50	2,8 3,0	— —
ПМВ	Провід монтажний, одножильний, ізольований полівінілхлоридним пластиком, для нерухомого монтажу	380	500	−50÷+60	0,20 0,35 0,50 0,75	1,3 1,7 1,8 2,2	— — — —
ПМГВ	Провід монтажний, гнучкий, ізольований бавовняною пряжою і полівінілхлоридним пластиком, для рухомих джгутів	380	500	−50÷+60	0,20 0,35 0,50 0,75	2,0 2,2 2,4 2,6	— — — —
МР	Провід моитажний, одножильний, в гумовій ізоляції, для жорсткого монтажу	380	500	−40÷+65	0,35 0,50 0,75 1,0 1,50	2,3 2,4 2,6 2,8 3,0	
МРГ	Провід монтажний, в гумовій ізоляції, гнучкий, для жорсткого і рухомого монтажу	380	500	−40÷+65	0,35 0,50 0,75 1,00	2,7 3,0 3,2 3,4	

4. З'єднання різнорідних матеріалів клеями

Назва матеріалу	Назва або марка клею	Умови склеювання		Властивості з'єднання		Міцність *кг/см²* при 20°С	
		Температура, °С	Макс. видержка, *год*	Робоча температура, °С	Вологостійкість	Зсув	Розрив
Метал з металом, метал з пластмасою	Л-4	20	24	60	Задовільна	60	150
	К-153	200			Добра	340	500
	Епоксид П і ПР	150	5 5	100 150	»	210	950
Деревина, деревні пластинки і пінопласти	ВК-1 ВК-32-ЭМ ВИАМ Б-3 В-31-Ф9	30 60	5 2	100 100	Дуже добра	Міцність не гірша, ніж склеюваного матеріалу	
Метали і неметалеві матеріали	БФ-2	100	1	60	Добра	400	500
	ВС-10 Т	180	1	300	Задовільна	185	600
	88Н	20	48	60	»	»	13
	Карбінол	30	30	60	»	120	320
Тканини з металом	БФ-6	160	1	50	Добра	Вища від міцності тканини	
	ВС-10Т	180	1	60	»		
Метали, скло, шкіра, гума і пластмаси одне з одним	Ціакрин	20	120 *сек*	60	—	100	—
Деревина, зокрема фанера	К-17	20	6	100	—	40	—
Тканина і шкіра з металом, склом, пластиками і метали з металами	ПФЭ2/10	20	24	—	—	25	—
	МПФ-1	160	1	—	Задовільна	175	350
Сталь, склопластики і кераміка	ВК-2	275	3	1000	»	100	220

Примітки. 1. Допускається розбавляти клеї «БФ» спиртом.
2. Карбінол зберігати в запаяних поліетиленових ампулах.
3. Для розбавляння ціакрину можна використати спирт.
4. Клей МПФ-1 виготовляють також у вигляді клеючої плівки.

Папір ізоляційний — застосовується як прокладки під час намотування котушок трансформаторів, дроселів тощо. З цією метою використовують папір кабельний марки К-080, К-120 і К-170, телефонний — марки КТН, КТК і КТС, а також конденсаторний марки КОН-І і КОН-ІІ.

Електрокартон — щільний, пресований картон — застосовують для ізоляції в умовах підвищеної вологості, а також для виготовлення каркасів котушок, трансформаторів, дроселів та інших моткових виробів. Найпоширеніші марки електрокартону: ЕВ і ЕВТ — для використання в умовах підвищеної вологості; ЕМ — м'який картон для роботи в умовах проникання масла; ЕМТ — високоміцний електрокартон для виготовлення каркасів.

Гетинакс — різновидність електроізоляційного картону. Виготовлений способом гарячого пресування із спеціального паперу, просоченого фенолальдегідною смолою. Має високі електроізоляційні властивості. Електрична міцність становить 16—40 *кв/мм*. Легко обробляється. Має гарне коричневе забарвлення. Широко застосовується у виробництві радіоапаратури для виготовлення плат, планок, стояків тощо. Випускають листами завтовшки 0,2—30 *мм*, розміром 400×600 і 1000×1500 *мм*. Має теплостійкість до 150°С.

Найголовніші такі марки гетинаксу: А — має підвищені електроізоляційні властивості і маслостійкий; В — те саме, що й марка А, але з підвищеною механічною міцністю; Г — відрізняється від гетинаксу марок А і В можливістю зберігати електроізоляційні властивості в умовах підвищеної вологості.

Гетинакс фольгований — гетинакс тих самих марок, покритий з одного або двох боків червоно-мідною фольгою. Використовують при виготовленні плат, планок і панелей способом друкованого монтажу. Випускають листами розміром 500×500 *мм* завтовшки від 1,5 до 4 *мм*. Товщина фольги — 50 *мкм*.

Найпоширеніші такі марки: ГФ-1АВ-50 — фольгований з одного боку; ГФ-2АВ-50 — фольгований з двох боків. Гетинакс цих марок застосовують для роботи в інтервалі температур від —40÷до +60°С.

ГФ-1ВВ-50 і ГФ-2ВВ-50 — при наявності тих самих властивостей призначені для роботи в інтервалі температур від —60÷до 70°С;

ГФ-1ГВ-50 і ГФ-2ГВ-50 — призначені для використання у високочастотних установках.

Вініпласт (поліхрорвініл) — пластичний матеріал, має високу механічну міцність і хімічну стійкість, легко піддається механічній обробці і формуванню в розм'якшеному стані при температурі 65—85°С. Електрична міцність вініпласту — 45 *кв/мм*. Випускають у вигляді листів різного кольору розміром 500×300 *мм* і завтовшки 2—8 *мм*, а також у вигляді прутків діаметром від 5 до 45 *мм*, плівок завтовшки 0,3—1 *мм* і трубок різного діаметра. Листовий вініпласт застосовують для ізоляційних прокладок, а трубки — для ізоляції голих мідних проводів, виводів кінців обмоток трансформаторів, дроселів та інших моткових виробів.

Текстоліт — пресований шаруватий матеріал, виготовлений на бавовняній основі і просочений фенолальдегідною смолою. Текстоліт має високі механічні властивості, легко піддається механічній обробці. Теплостійкий до 130°С. Електрична міцність 8 *кв/мм*. Випускається у вигляді листів розміром 450×600 и 700×1500 *мм* завтовшки 0,5—50 *мм*.

Найпоширеніші такі марки: А — має підвищені електроізоляційні властивості, маслостійкий; Б — те саме, але з підвищеною механічною міцністю; В — відрізняється від попередніх марок зниженими діелектричними втратами і має блискучу поверхню; ПТ і ПТ-1 — має гірші діелектричні властивості, але підвищену механічну міцність. Всі зазначені марки текстоліту випускають також у вигляді прутка діаметром 8, 13, 18, 25, 40 і 60 *мм*.

Плексиглас — (органічне скло) має високу механічну міцність і піддається як механічній обробці, так і обробці способом пластичної деформації при нагріванні до 120°С з наступним повільним охолодженням. Легко клеїться дихлоретаном. Випускається у вигляді листів завтовшки від 0,4 до 40 *мм*, а також у вигляді порошку. Застосовують як ізоляційний і декоративний матеріал.

Лаки — застосовуються для електроізоляції при самостійному виготовленні деталей і вузлів телевізора, що модернізується.

Лак № МЛ-92 — застосовується для електроізоляційного покриття деталей з гетинаксу, текстоліту та інших матеріалів. Розчинник — толуол і уайт-спірит по 50%. Сушіння при температурі 120°С.

Лак № 460 (асфальтовий) — застосовується для надання деталям і мотковим вузлам вологостійкості. Розчинник — скипидар 5%, ксилол 36%. Сушіння протягом 10 *год* при температурі 100—110°С.

Лак № 804 (олійний) — застосовується для просочування котушок силових трансформаторів, дроселів; термостійкий. Розчинник — бензин або уайт-спірит. Сушіння протягом 3 *год* при температурі 105°С.

Лак ГФ-95 (гліфталевий) (за старою номенклатурою мав № 1154) — застосовується для просочування котушок низькочастотних трансформаторів, дроселів, деталей з дерева, гетинаксу, текстоліту тощо. Має підвищену термостійкість. Розчинник — толуол і етиловий спирт. Сушіння при температурі 105°С.

Лак № 861 (бакелітовий) — застосовується для просочування обмоток і каркасів трансформаторів і дроселів. Розчинник — етиловий спирт (сирець). Сушіння при температурі 110°С протягом 5 *год*.

Лак шелачний — застосовується для просочування обмоток, каркасів низькочастотних котушок і оброблення дерева (полірування, лакування). Розчинник — етиловий спирт. Сушіння при кімнатній температурі.

Лак нітроцелюлозний — застосовується для покриття металевих (від корозії) і дерев'яних деталей. Розчинник — ацетон, амілацетат і етилацетат. Сушіння при кімнатній температурі.

Лак полістироловий — застосовують для просочування ВЧ котушок і склеювання деталей (каркасів) із полістиролу. Розчинник — чотирихлористий вуглець. Сушіння при кімнатній температурі.

Лак № Э-4100 (епоксидний) — застосовується для покриття і просочування котушок НЧ трансформаторів і дроселів, а також для склеювання дерева, тканин і металу. Склад лаку: розчин смоли Э-41 в суміші розчинника і затверджувача № 1. Розчинник — суміш: ксилол 40%, етилцелозоль 30% і ацетон 30%. Після змішування компонентів лак придатний протягом 1 *год*.

Лакотканина — бавовняні або шовкові тканини, просочені електроізоляційними лаками. Виготовляється у вигляді стрічок або полотнищ. Застосовуються у моткових вузлах і виробах як прокладки, а також для закріплення проводів, намотаних секцій котушок трансформаторів і дроселів.

Найпоширеніші такі марки тканини: ЛШ1, ЛШ2 і ЛШС1. Товщина лакотканини на бавовняній основі 0,17—0,24 *мм*, а на шовковій — 0,08—0,15 *мм*.

6. ДОПОМІЖНІ МАТЕРІАЛИ

Припої. Під час монтажних та інших робіт слід застосовувати м'які олов'яно-свинцеві припої марок ПОС-30, ПОС-40 і ПОС-50.

Каніфоль — смола світло-жовтого кольору. Застосовується як флюс під час паяльних робіт на радіосхемах. Плавиться при температурі 70—80°С.

Емалі. Найпоширеніші марки емалей, що рекомендуються для застосування в практичних роботах юних техніків: А-12Ф — чорна, А14Ф — стальна, А560Ф — біла, А-24Г — зелена. Застосовуються вони для фарбування загрунтованих поверхонь металевих, дерев'яних і деяких пластмасових виробів. Особливість: механічно міцна, стійка проти впливу води, масла, бензину. Покриття — глянцеве. Сушіння — 30 *год* при температурі 20°С.

Емалі алюмінієві № 9, АЛ-70, АЛ-201 і АЛ-177 — застосовуються для фарбування виробів, які працюють в умовах підвищеної температури, вологості, а також для того, щоб надати виробу специфічного алюмінієво-сріблистого кольору. Сушіння — 2 *год* при температурі 150°С.

Клей казеїновий виготовляють з порошку казеїну, який розчиняють у воді кімнатної температури. Склад: 1 вагова частина порошку на 2 вагові частини води. Порошок розтирають до повного розчинення грудочок. Застосовується при склеюванні паперу з папером, деревом, шкірою, текстилем, пластмасою; дерева з деревом, скла з текстилем.

Клеї полівінілацетофенольні БФ-2 і БФ-4 застосовуються для склеювання виробів з фарфору, фаянсу, металу, скла, пластмаси і дерева. Режим склеювання: знежирену поверхню змазують шаром клею, після чого просушують протягом 1 *год* при температурі 145°С.

ЗМІСТ

Передмова 3.

І. Організація робочого куточка юного техніка 5.

ІІ. Обробка матеріалів 11.

1. Холодна обробка металів 11.

Розмічання (12). Випрямляння і рихтування (12). Різання (12). Рубання (13). Обпилювання (14). Свердління (15). Різьба (18). Нероз'ємні з'єднання (19). Обробка поверхні металу (23).

2. Фарбування металу 25.

3. Обробка деревини 29.

Породи деревини і фанера (29). Фарбування деревини (30). Правила користування столярними інструментами (31). Свердління і склеювання деревини (34). Столярні з'єднання (35). Фанерування виробів з деревини (37). Полірування (38). Обклеювання корпуса дерматином (41).

4. Обробка пластмас 41.

Органічне скло (41). Самотвердіючі пластмаси (45). Інші види пластмас (47).

ІІІ. Виготовлення інструментів, пристроїв і верстатів своїми руками 49.

1. Виготовлення інструментів 49.

2. Пристрої 52.

3. Верстати і машини 59.

ІV. Вимірювання і прилади для вимірювання 68.

1. Вимірювальні інструменти 68.

2. Вимірювальні прилади 70.

Пробник із стрілочним вимірювальним приладом (70). Пробник без стрілочного приладу (71). Прилад для перевірки транзисторів (73).

V. Роби все сам 74.

Конденсатор змінної ємності (74). Вимикач (77). Феритові кільця (77). Контурні котушки і трансформатори ВЧ (77). Малогабаритні трансформатори НЧ (79). Перемикач діапазонів (80). Гучномовець для кишенькового приймача (81). Корпус кишенькового транзисторного приймача (84). Корпус з картону (85). Металеві шасі (87). Монтажні планки і плати (91). Панельки для транзисторів (91). Обоймн для кріплення батарей (94). Гумові ніжки (95). Трансформатори і дроселі (95). Простий електродвигун (103). Електродвигун для магнітофона (111). Удосконалення мікроелектродвигуна (116). Мікроелектродвигун ДП-10 (119).

VI. Прийоми монтажу радіоелектронних схем 124.

1. Звичайний монтаж 124.

2. Друкований монтаж 128.

VII. Техніка безпеки при роботі з електричним струмом 132.
Небезпека ураження (132). Різновиди дотикання (133). Правила безпеки (134).

Додатки 136.

1. Основні технічні дані деяких електродвигунів та мікроелектродвигунів, що застосовуються в програвачах і магнітофонах 136.

2. Обмотувальні проводи високого опору 137.

3. Деякі монтажні проводи 137.

4. З'єднання різнорідних матеріалів клеями 139.

5. Ізоляційні матеріали 140.

6. Допоміжні матеріали 143.

23 коп.